



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

8  
2 ej.

*Paginas Discontinuas*

LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE  
ENERGÍA ATÓMICA Y LA DINÁMICA DE LA  
FUERZA NUCLEAR EN EL MUNDO. EL CASO DE  
MÉXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN RELACIONES  
INTERNACIONALES

**P R E S E N T A :**

**ERICK GERARDO CRUZ MATA**

ASESOR DE TESIS :  
LIC. GUADALUPE DURÁN ALVARADO

MÉXICO 1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

265331



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A DIOS**

Por haberme dado el don de la existencia

**A MIS PADRES**

VICENTE JAVIER CRUZ RAMOS

Y

MAGDALENA MATA CANCHOLA

Por su ejemplo, paciencia, comprensión, cariño y apoyo; y por todo aquello que no puedo manifestar con palabras, porque considero que no hay frase lo suficientemente expresiva que pueda transmitir lo que siento por ellos

**A MI HERMANO Y SOBRINO**

JAVIER CRUZ MATA

Y

JAVIER CRUZ SANTIAGO

Por ser dos personas muy especiales para mi

**A UN TÍO MUY QUERIDO**

MIGUEL ANTONIO CRUZ RAMOS

Por ser una de las personas más nobles que conozco

**A MIS ESCUELAS**

Por todos los momentos inolvidables que viví en ellas

**A MIS PROFESORES**

Por su sabiduría

**A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS**

Por la compañía que en su momento me brindaron

AGRADEZCO MUY ESPECIALMENTE A  
LA PROFESORA GUADALUPE DURÁN  
ALVARADO SU CONFIANZA Y  
PACIENCIA, YA QUE SIN CONOCERME  
CONFIÓ EN MI. Y ME GUIÓ DURANTE  
TODO EL PROCESO DE  
INVESTIGACIÓN.

LA ENERGÍA ATÓMICA

TAN PELIGROSA Y  
TAN PROMETEDORA

Es deber de todos hacer hasta lo imposible porque las cosas que la naturaleza nos brinda, no sean utilizadas por el hombre en la destrucción de un mundo en el que sólo estamos de paso y que compartimos con otros seres vivos.

ERICK GERARDO CRUZ MATA

# ÍNDICE

	<i>Pag.</i>
<b>Introducción</b> .....	-1-
<b>Capítulo 1 ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA NUCLEAR</b>	-1-
1.1. ¿Qué es la Energía Nuclear?.....	-2-
1.2. Usos que se le pueden dar a la Energía Atómica.....	-10-
1.2.1. ¿Cómo funciona un reactor nuclear?.....	-11-
1.3. La importancia de la generación de Energía Nuclear en el mundo desde su descubrimiento hasta nuestros días.....	-15-
1.3.1. La importancia de la Energía Atómica en la medicina.....	-15-
1.3.2. La importancia de la Energía Atómica en la industria.....	-18-
1.3.2.1. La industria eléctrica y la Energía Atómica en el mundo.....	-19-
1.3.3. La importancia de la Energía Atómica en la ecología.....	-20-
1.3.4. La importancia de la Energía Atómica en la alimentación.....	-21-
1.3.5. La importancia de la Energía Atómica en la conservación del patrimonio cultural.....	-22-
1.3.6. La importancia de la Energía Atómica en otras áreas de la ciencia.....	-24-
1.4. La Energía Atómica en comparación con otros energéticos.....	-26-
1.4.1. La Energía Atómica en comparación con el carbón.....	-26-
1.4.1.1. Efecto invernadero.....	-27-
1.4.1.2. Lluvia Ácida.....	-30-
1.4.1.3. Contaminación del aire.....	-30-
1.4.2. La Energía Atómica en comparación con el petróleo.....	-34-
1.4.3. La Energía Atómica en comparación con el gas.....	-35-
1.4.4. La Energía Atómica en comparación con la Energía Solar.....	-36-
1.5. La problemática que ha generado la Energía Nuclear a lo largo de la historia..	-38-
1.5.1. Las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki.....	-39-
1.5.2. El accidente de Chernobyl.....	-40-
1.5.3. Los ensayos nucleares y sus consecuencias.....	-42-
1.5.3.1. La crítica de la Comunidad Internacional para con los ensayos nucleares.....	-43-

<b>Capítulo 2</b>	<b>REGLAMENTACIÓN DE LA FUERZA ATÓMICA MEDIANTE EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (OIEA)</b>	<b>-45-</b>
2.1.	Surgimiento de la OIEA.....	-46-
2.1.1.	Objetivos de la OIEA.....	-47-
2.1.2.	Funciones de la OIEA.....	-47-
2.1.3.	Estructura de la OIEA.....	-50-
2.1.3.1.	Organigrama de la OIEA.....	-53-
2.1.3.2.	Servicios e instalaciones de la OIEA.....	-53-
2.1.4.	Miembros de la OIEA.....	-54-
2.1.4.1.	Conferencia General de la OIEA.....	-55-
2.1.4.2.	Reuniones extraordinarias.....	-57-
2.1.5.	Junta de Gobernadores.....	-57-
2.1.6.	Personal de la OIEA.....	-60-
2.1.7.	Intercambio de información y de materiales entre el Organismo y sus miembros.....	-61-
2.1.8.	Proyectos del Organismo.....	-64-
2.1.9.	Salvaguardias del Organismo.....	-67-
2.1.10.	Relaciones con otras Organizaciones.....	-70-
2.1.11.	Privilegios e inmunidades de la OIEA.....	-71-
2.1.12.	El Organismo como medio de solución de controversias.....	-71-
2.1.13.	Reformas al Estatuto y retiro de miembros.....	-72-
2.1.14.	Suspensión de privilegios.....	-74-
2.1.15.	Confidencialidad de los miembros de la OIEA.....	-74-
2.1.16.	Inspecciones especiales del Organismo.....	-75-
2.1.17.	Disposiciones financieras del Organismo.....	-77-
2.2.	Reglamentación de la OIEA para el uso pacífico de la Energía Atómica en el mundo.....	-80-
2.2.1.	Definición de términos relacionados con la utilización de la Energía Atómica.....	-80-
2.2.2.	Marco legislativo y reglamentario para el uso de la Energía Nuclear.....	-88-
2.2.2.1.	Medidas de cumplimiento e informes a los objetivos de la OIEA.....	-89-
2.2.2.2.	Reglamentación para la efectucción de explosiones con fines pacíficos.....	-89-
2.2.3.	Marco legislativo y reglamentario para la seguridad en el uso de instalaciones nucleares.....	-91-
2.2.3.1.	Reglamentación para las instalaciones nucleares existentes.....	-91-
2.2.3.2.	Responsabilidad del titular de una licencia de una instalación nuclear.....	-91-
2.2.3.3.	Medidas que asumen las Partes Contratantes como prioridad a la seguridad nuclear.....	-92-
2.2.3.4.	Recursos humanos y financieros con los que debe contar una instalación nuclear.....	-92-
2.2.3.5.	Factores humanos.....	-93-
2.2.3.6.	Garantía de calidad.....	-93-

2.2.3.7. Evaluación y verificación de la seguridad.....	-93-
2.2.3.8. Protección radiológica.....	-94-
2.2.3.9. Reglamentación para la preparación de las Partes Contratantes en casos emergencia.....	-94-
2.2.3.10. Emplazamiento de una instalación nuclear.....	-95-
2.2.3.11. Diseño y construcción de una instalación nuclear.....	-96-
2.2.3.12. Explotación de una instalación nuclear.....	-97-
2.2.4. Marco legislativo y reglamentario para la seguridad de material gastado desechos radiactivos.....	-98-
2.2.4.1. Seguridad en la gestión de combustible gastado.....	-99-
2.2.4.1.1. Requisitos generales de seguridad en la gestión de combustible gastado.....	-99-
2.2.4.1.2. Instalaciones existentes en gestión de combustible gastado.....	-100-
2.2.4.1.3. Emplazamiento de las instalaciones proyectadas en la gestión del combustible gastado.....	-101-
2.2.4.1.4. Diseño y construcción de las instalaciones en gestión del combustible gastado.....	-102-
2.2.4.1.5. Evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de combustible gastado.....	-102-
2.2.4.1.6. Explotación de las instalaciones en gestión del combustible gastado.....	-103-
2.2.4.1.7. Evacuación de combustible gastado.....	-104-
2.2.4.2. Seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-104-
2.2.4.2.1. Requisitos generales de seguridad en gestión de desechos radiactivos.....	-105-
2.2.4.2.2. Instalaciones existentes y prácticas anteriores en gestión de desechos radiactivos.....	-106-
2.2.4.2.3. Emplazamiento de las instalaciones proyectadas en la gestión de los desechos radiactivos.....	-106-
2.2.4.2.4. Diseño y construcción de las instalaciones en la gestión de desechos radiactivos.....	-107-
2.2.4.2.5. Evaluación de la seguridad de las instalaciones en la gestión de lo desechos radiactivos.....	-108-
2.2.4.2.6. Explotación de las instalaciones en la gestión de desechos radiactivos.....	-109-
2.2.4.2.7. Medidas institucionales después del cierre de una instalación de evacuación en gestión de desechos radiactivos.....	-110-
2.2.5. Disposiciones generales de seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-111-
2.2.5.1. Marco legislativo y reglamentario en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-111-
2.2.5.2. Responsabilidad del titular de la licencia en la gestión del combustible gastado y sobre la seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-112-

2.2.5.3. Recursos humanos y financieros en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-113
2.2.5.4. Garantía de calidad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-113-
2.2.5.5. Protección radiológica operacional en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-114-
2.2.5.6. Preparación para casos de emergencia en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-115-
2.2.5.7. Clausura de una instalación nuclear en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-116-
2.2.5.8. Movimientos transfronterizos en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-116-
2.2.5.9. Reglamentación de las fuentes selladas en desuso en la gestión de combustible gastado y sobre la seguridad en la gestión de desechos radiactivos.....	-118-
	-119-
<b>Capítulo 3</b> PERSPECTIVAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO	
3.1. Posibilidades de un desastre nuclear.....	-120-
3.1.1. Riesgos y medidas de prevención para el uso de la Energía Atómica en el mundo.....	-121-
3.1.1.1. Riesgos de un desastre nuclear por la utilización de una bomba atómica.....	-12-
3.2. Ventajas que la Energía Nuclear brinda a la humanidad.....	-125-
3.2.1. La próxima generación de Energía Atómica en el mundo.....	-126-
3.2.1.1. ¿Por qué construir más plantas de Energía Atómica en el planeta?.....	-127-
3.2.1.2. El combustible del futuro.....	-129-
<b>Capítulo 4</b> MÉXICO Y EL AMBIENTE NUCLEAR	-131-
4.1. Relaciones México-OIEA.....	-132-
4.1.1. Contribuciones de México al OIEA.....	-135-
4.1.1.1. Contribuciones de México al Presupuesto Ordinario (PO) del OIEA..	-137-
4.1.1.2. Contribuciones de México al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica (FACT) del OIEA.....	-138-
4.2. La dinámica de la Energía Atómica en México desde sus orígenes hasta nuestros días.....	-140-
4.2.1. Instituciones mexicanas relacionadas con la Energía Atómica y sus funciones.....	-142-
4.2.1.1. El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) como principal institución de investigaciones nucleares en México.....	-144-

4.2.1.1.1. Contribuciones del ININ a los usos pacíficos de la radiación nuclear.....	-147-
4.2.1.1.1.1. Contribuciones del ININ al sector salud.....	-147-
4.2.1.1.1.2. Contribuciones del ININ a la Ecología.....	-148-
4.2.1.1.1.3. Contribuciones del ININ a la Alimentación.....	-150-
4.2.1.1.1.4. Contribuciones del ININ para la creación de nuevos materiales.....	-151-
4.2.1.1.1.5. Contribuciones del ININ a la generación de Energía.....	-152-
4.2.1.1.1.6. Contribuciones del ININ a la preservación del Patrimonio Cultural.....	-153-
4.2.1.1.1.7. Contribuciones del ININ a la Criminalística.....	-155-
4.2.2. Medidas de seguridad nuclear en México.....	-157-
4.2.3. La difusión con la que cuenta la Energía Nuclear en México.....	-171-
4.3. Perspectivas a futuro de la Energía Nuclear en México.....	-172-
4.3.1. Perspectivas con fines pacíficos.....	-172-
4.3.2. Perspectivas con fines beligerantes.....	-174-
<b>Conclusiones.....</b>	<b>-V-</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>-VIII-</b>
Proyectos de cooperación técnica del OIEA en México para el bienio 1995-1996.....	-VIII-
Proyectos de cooperación técnica del OIEA en México para el bienio 1997-1998.....	-IX-
Junta de Gobernadores: 1996-1997.....	-X-
Miembros del OIEA.....	-XII-
Capacidad nucleoelectrónica de los países que cuentan con las principales plantas de Energía Nuclear en el mundo.....	-XVI-
Situación actual de las principales plantas de Energía Nuclear en el mundo...	-XVII-
Accidentes en instalaciones ligadas a la producción de electricidad.....	-XVIII-
Cuotas asignadas a México por el OIEA.....	-XXX-
Distribución de los proyectos de cooperación técnica del OIEA para 1997-1998.....	-XXXI-
Consumo de electricidad en el mundo.....	-XXXII-
Capacidad operativa de las centrales nucleoelectrificadas en el mundo.....	-XXXIII-
Países con grandes reservas probadas de Uranio.....	-XXXIV-
Países con grandes cantidades adicionales de Uranio.....	-XXXV-
Tabla comparativa de emisiones de Dióxido de Carbono en la generación de electricidad.....	-XXXVI-
Prioridades para el uso de la Energía Nuclear en el Mundo.....	-XXXVII-

Porcentajes del consumo total de energía correspondientes a los distintos tipos de combustible.....	-XXXVIII-
<b>Glosario</b> .....	-XXXIX-
<b>Bibliografía</b> .....	-XLIV-
<b>Hemerografía</b> .....	-XLVI-

# INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, un aspecto que dejó huella imborrable en el mundo y que ha repercutido en las Relaciones Internacionales, lo constituye la Energía Nuclear. A fines de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos propiciaron el debut de este tipo de Energía, al hacer detonar dos artefactos nucleares en las provincias de Hiroshima y Nagasaki, Japón. Las consecuencias fueron garrafales, ya que quedaron casi totalmente destruidas estas dos ciudades niponas, que en su momento fueron grandes centros comerciales de la región. El temor mundial por este tipo de fuerza no se dejó esperar, al grado de que aún prevalece.

En 1986, un suceso no menos importante, causó nuevamente el terror por la Energía Atómica, cuando hizo explosión una central nuclear en Chernobyl, provincia de la ex Unión Republica Socialista Soviética. Las consecuencias y daños han sido incalculables, ya que en su momento murieron miles de personas y actualmente en la región nacen niños con malformaciones anatómicas como anencefalia (sin cerebro), así como problemas de contaminación radiológica en algunos campos de cultivo, que hacen inservible la tierra.

A pesar de estos dos sucesos tan desastrosos, achacables a la Energía Nuclear, son más los beneficios que nos ha brindado; ya que diversas investigaciones emprendidas en todo el mundo, tales como la generación de electricidad, así como sus aplicaciones en la medicina, la alimentación, la industria, la ecología, la conservación del patrimonio cultural, etc.; hacen más fácil y práctica la vida del hombre. En la medicina por ejemplo, la gente con padecimientos de cáncer ha visto incrementada su calidad de vida, debido a que en la Energía Atómica han encontrado una cura o medio de control para algo que hasta hace poco tiempo era incurable y por consecuencia fatal.

Conociendo lo bueno y lo malo de la Energía Atómica, podemos reconocer que el mundo enfrenta dos grandes desafíos. El primero de ellos consiste en no emplear el átomo con fines bélicos, y el segundo se refiere a su aprovechamiento en condiciones de seguridad para beneficio de la humanidad. Ante tales circunstancias, se creó el Organismo Internacional de Energía Atómica o Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA, AIEA, respectivamente), que tiene por objeto procurar la aceleración y el aumento de la

contribución de la Energía Atómica a la paz, la salud y la prosperidad del mundo entero y en la medida de lo que sea posible asegurarse de que la asistencia que llegara a prestar, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares.

El OIEA es el principal promotor en contra de la utilización de la Energía Atómica con fines beligerantes, así como el encargado de reglamentar y estudiar todo aquello que tiene que ver con este tipo de fuerza en el mundo.

Aún cuando el problema de proliferación de armas nucleares ya no es muy severo porque ya no se construyen de forma oficial, la peligrosidad de la atómica en la actualidad, está concentrada principalmente en las bombas existentes, ya que éste arsenal representa el material suficiente para destruir al planeta por más de 30 veces; existiendo la posibilidad de que puedan ser utilizadas, ya que hasta que no se den por extintas, un error humano o la negligencia de las personas que los poseen, pueden causar su activación.

Entre tanto, las Relaciones Internacionales juegan un papel vital, debido a que la detonación de un artefacto de esa índole no sólo puede afectar a una nación, sino a todo ser vivo que habita sobre la faz de la tierra. Al respecto, el rol que juegan los internacionalistas es muy importante, siendo este, el conducirse en favor de la paz mundial a través de todos los medios existentes para tal fin, como lo es el uso del Derecho Internacional, de la Política Exterior de su país, de la Diplomacia, de las Finanzas, y sobre todo de su intervención hábil y audaz en todos los procesos de negociación, entre otros.

Por otro lado, aún cuando la apariencia de nuestro país en relación con la Energía Atómica parezca como un punto y aparte, debido a que no existe mucha información al respecto. México es pionero en muchos de los descubrimientos nucleares en el mundo, siendo el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), el principal laboratorio en México y sobre todo en América Latina, proporcionando inventos y descubrimientos en áreas como la medicina, la criminalística, la ecología, la alimentación, la conservación del patrimonio cultural, la generación de nuevos materiales y la industria, entre otros.

México participa activamente con sus principios de Política Exterior en el Organismo Internacional de Energía Atómica, en favor de todas esas aportaciones tan prometedoras que proporciona la Energía Nuclear, al mismo tiempo que rechaza todo lo que es armamentismo

y ensayos nucleares, que sólo atentan en contra de la paz mundial y de la integridad de todo ser vivo.

Conociendo todos los antecedentes de la Energía Atómica en las diferentes áreas de la ciencia y dando por hecho que no contamina como otros tipos de energía como el petróleo, el gas o el carbón, así como que sólo se conocen dos acontecimientos catastróficos de importancia a nivel mundial relacionados con este tipo de fuerza, y que en la actualidad se extreman medidas de seguridad al respecto, podemos considerarla como casi completamente segura o no más peligrosa que las demás; las estadísticas no mienten y pueden demostrar que incluso el petróleo y el gas han matado a más personas a lo largo de los últimos 50 años que la Energía Nuclear, sin dejar de lado cuál es la que tiene más alcances no sólo como combustible sino como medio de descubrimientos científicos. En un futuro, como se podrá apreciar en esta tesis, se prevé que la Energía Nuclear pueda desplazar a las demás fuentes energéticas, ya que las circunstancias así lo exigen, por un lado porque las reservas de petróleo, gas y carbón se están extinguiendo; y por el otro, la Energía Atómica se encuentra en una fase de desarrollo intermedio, en parte debido a la dificultad para extraer uranio, a los costos de las instalaciones nucleares, y a los temores que provoca. Sin embargo, los avances científicos y técnicos previstos para el siglo XXI, muestran que esta forma de energía podría tener un papel más significativo en la economía internacional.

Desde un punto de vista muy personal, considero que es maravilloso todo lo que pueden hacer miles de millones de partículas llamadas átomos en beneficio del hombre, y si a esto le sumamos que falta mucho por descubrir, podemos entender que la Energía Atómica no existe sólo para causar pánico en la gente, sino que es un mundo en el que mientras más se conoce más beneficios se obtienen, pudiendo aspirar a una vida más placentera y cómoda para todos. En este sentido, a lo largo del cuerpo de esta tesis, trataré de transmitir: ¿Qué es la Energía Atómica?; cuál es el ambiente bajo el cual se encuentra a nivel mundial; así como las medidas que se han tomado en relación con el mal uso que se le pueda dar; concluyendo con un punto que es de interés para todos los mexicanos, como lo es la situación de México en el ambiente nuclear.

Entre tanto, las hipótesis que se tratan de demostrar en el marco de esta investigación son:

- La Energía Nuclear está revolucionando y aportando grandes beneficios a la salud, la agricultura, la industria, la arqueología, la ecología, la nucleoelectrica, la criminalística, etc. (todo ello argumentado con un ejemplo para cada sector).

- El OIEA con sus normas es y será el principal Organismo mundial en contra de la beligerancia nuclear.
- Aún con los objetivos del OIEA de no proliferación de armas nucleares, existen países y gobiernos que insisten e insistirán en desarrollar este tipo de productos como forma de presión o atemorización mundiales, no importando la opinión de la comunidad internacional, ni que dichas medidas puedan afectar la integridad de cualquier ser viviente sobre la tierra.
- Al utilizarse la fuerza atómica con fines pacíficos y humanitarios, se podría sustituir en gran medida a los otros tipos de energía, como el carbón, el petróleo y el gas, que causan grandes daños al ambiente y por ende a la salud.
- México como uno de los países miembros del OIEA, al desarrollar su fuerza nuclear no beligerante podría obtener máximos beneficios en las múltiples disciplinas, como la salud, la industria, la ecología, la alimentación, la antropología, etc. (se tratará de demostrar todo ello con un ejemplo por cada caso).
- México por su política exterior y por sus descubrimientos en materia nuclear, es uno de los países más importantes del Organismo Internacional de Energía Atómica.
- La difusión que se da a la Energía Nuclear en México es muy pobre y en ocasiones sumamente negativa.

Un aspecto que se debe de tener muy en cuenta es que en esta tesis se pretende observar cuál es la realidad bajo la que se encuentra la Energía Nuclear en el mundo, así como en nuestro país, formándose un juicio que desde mi punto de vista será interpretado en parte durante el cuerpo del trabajo y en parte en las conclusiones, tratándose de demostrar al mismo tiempo las hipótesis. Todo ello porque existe poca información relacionada con la Energía Nuclear y es necesario hacer un pequeño esbozo para comprender muchas cosas relacionadas con este sector. No se hará mucho hincapié en tecnicismos de Energía Nuclear, porque no son el objeto del trabajo, pero si se tratarán algunos aspectos que sirvan de ejemplo a los beneficios de dicho energético, así como todas las cuestiones básicas.

# CAPÍTULO I

## ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Para conocer cómo es el ambiente internacional de la fuerza atómica y cuáles son los beneficios y perjuicios que puede traer a la humanidad, así como la reglamentación que han asumido todos los países con posibilidades de desarrollo en este sector; es necesario que conozcamos los elementos básicos que lo conforman. Es por ello que el presente capítulo está dedicado principalmente a: ¿Qué es la Energía Nuclear y cuáles son los usos que se le pueden dar?, ¿Qué beneficios ha traído a la humanidad desde su descubrimiento?, así como los perjuicios que ha causado.

## 1.1. ¿Qué es la Energía Nuclear?

La parte más pequeña de cualquier sustancia que podamos ver en un microscopio, está formada por millones de pequeñas partículas llamadas moléculas.

Las moléculas a su vez, están formadas por uno o más átomos -dependiendo de la masa que se trate-, los cuales contienen partículas aún más pequeñas llamadas protones, neutrones y electrones.

Para darnos una idea de cómo son los átomos, los podemos imaginar como sistemas solares muy diminutos. En su centro se encuentran los protones y los neutrones firmemente unidos, formando un núcleo atómico. Ambos poseen aproximadamente la misma masa, pero se diferencian en que los primeros tienen carga eléctrica positiva y los segundos carecen de carga eléctrica. Alrededor de este núcleo se encuentran los electrones como si fueran planetas que giran alrededor del sol.

No todos los átomos son iguales, es decir que dependiendo de la sustancia que se trate va a ser el número de electrones, protones y neutrones que lo conforman.

Los elementos se diferencian por el número de protones que contienen en su núcleo. Así por ejemplo, todos los átomos de azufre tienen en su núcleo 16 protones, los de cobre 29, los de oro 79, etc.. Los átomos de un mismo elemento pueden tener diferencias entre sí, estas radican en el número de neutrones en su núcleo. Estos átomos son llamados *isótopos*.

La suma de los protones y neutrones es lo que se denomina como número de masa. Así es posible, por ejemplo, tener Uranio de masa 233 hasta 239 (El que más abunda en la naturaleza es el Uranio 238). Poniendo la masa de uranio en términos más técnicos, podemos decir que existen *isótopos* de uranio 233, 234, 235...238, los cuales se representan con su símbolo químico, seguido por su número de masa. Así hablando de uranio, tenemos U-233, U-234, U-235, etc.

Fig. 1

La energía atómica es producto del núcleo de un átomo -por ello el nombre de Energía Nuclear -, dicho núcleo es parte de un átomo -de ahí el nombre de Energía Atómica-. Por consiguiente Energía Atómica y Nuclear las veremos manejadas como sinónimos.

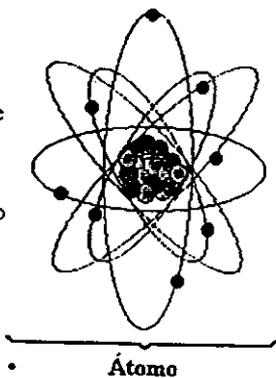


Fig. 2

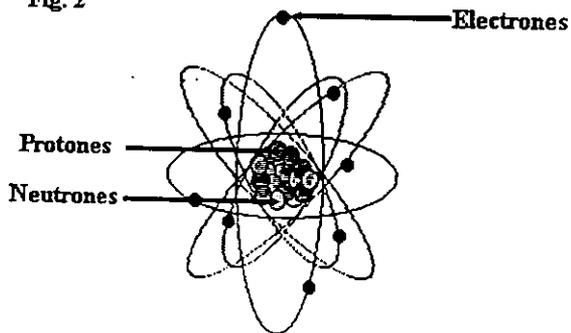
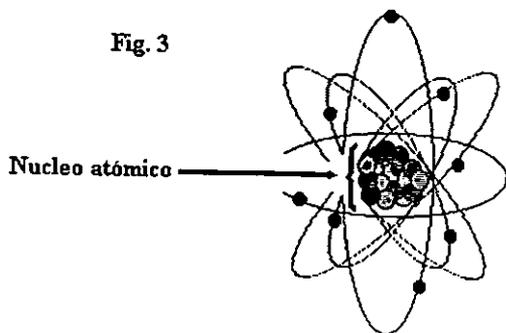


Fig. 3



Otros elementos que en conjunto con los *isótopos* son de gran importancia para la Energía Atómica, son los *isóbaros*. Estos son átomos de diferentes elementos que tienen la misma masa molecular; es decir que no cuentan con la misma cantidad de protones y de neutrones, pero la suma de estos sí es la misma. Por ejemplo cuando existen 2 protones y un neutrón de X elemento, la suma es tres, por lo que se habla de un *isóbaro* de un elemento de un protón y dos neutrones.

El principio de la Energía Atómica radica en el bombardeo de un núcleo atómico por medio de neutrones. A esta acción el núcleo obedece con una reacción debido a que su estructura se altera, pudiendo llegar a partir al núcleo en dos núcleos más pequeños. A este proceso de división nuclear se le conoce con el nombre de *fisión nuclear*.

Cuando ciertos núcleos como los de los átomos del elemento de mayor masa molecular -el uranio- se fisionan; además de dividirse el núcleo en dos más pequeños, aparecen otros neutrones libres. Si en las proximidades del núcleo hay más núcleos de uranio, los neutrones liberados producirán a su vez más fisiones, con lo que se volverán a generar nuevos neutrones, que volverán a producir más fisiones. Así, en cuestión de segundos el número de fisiones puede hacerse muy grande, dando lugar a lo que se conoce como *reacción en cadena*.

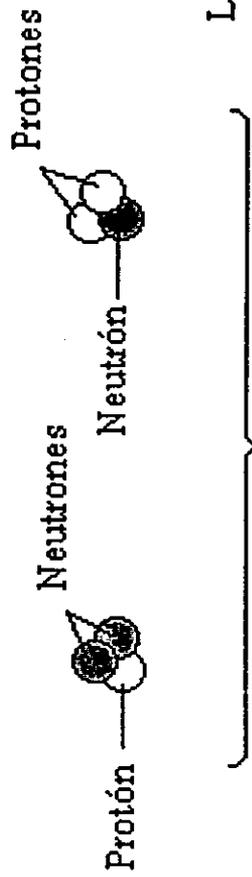
En cada una de las fisiones se produce una pequeña cantidad de energía en forma de calor. Al sumarse las fisiones de la *reacción en cadena*, la energía obtenida puede aumentar al grado de tornarse en inimaginable. Este es el origen de la Energía Nuclear

Otro aspecto no menos importante que la *fisión* es la *fusión nuclear*. En el caso de los elementos más ligeros de la tabla periódica, como son el Hidrógeno, el Helio, el Litio, etc., a la liberación de energía se le conoce como *fusión nuclear*.

La *fusión nuclear* ocurre cuando los núcleos atómicos de X elemento se aproximan lo suficiente, formando así un núcleo atómico más grande, liberando una cantidad de energía superior a la que se produce con una *fisión*.

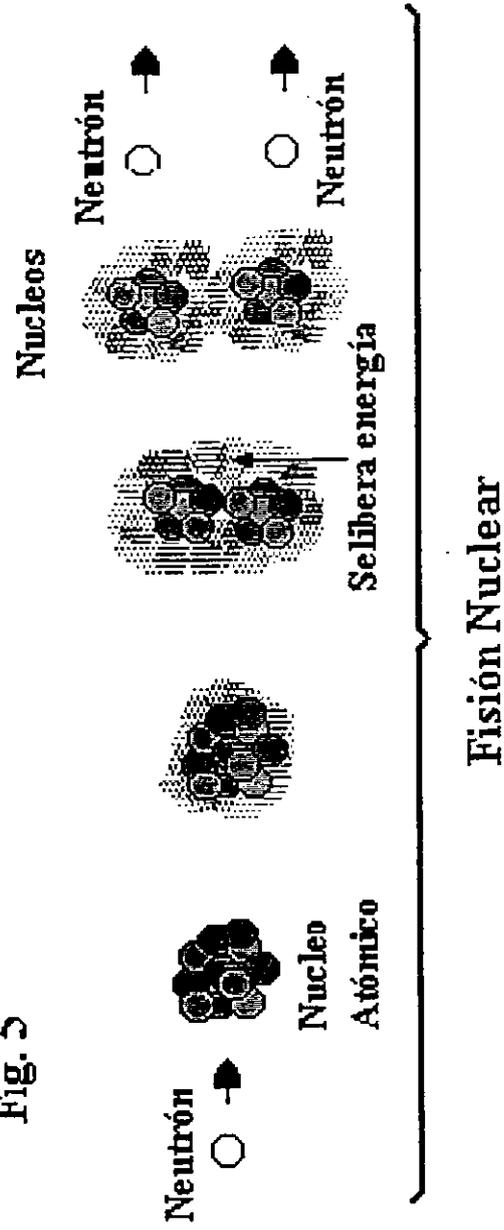
Para poder realizar el proceso de *fusión nuclear* se requiere de la inyección de una energía

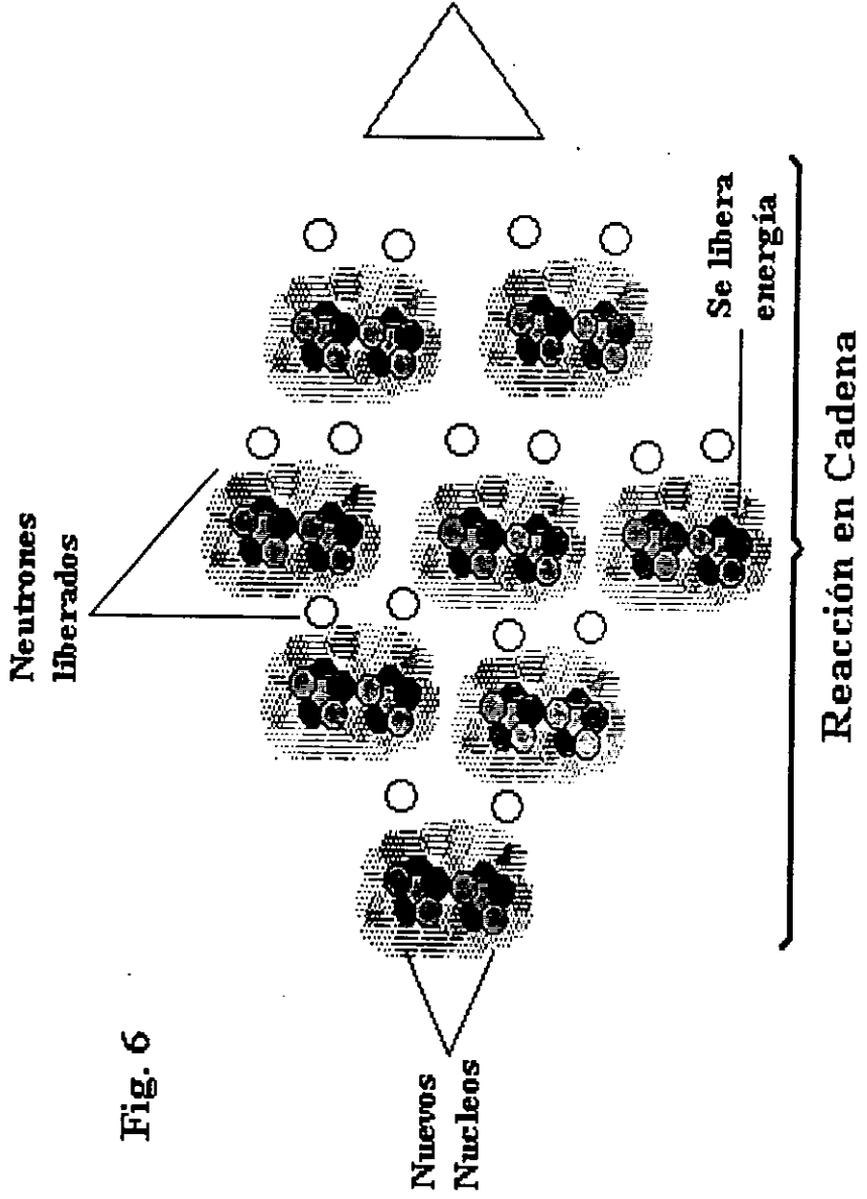
Fig. 4



Los dos núcleos atómicos suman tres, lo cual es igual a tener la misma masa molecular.

Fig. 5





**Fig. 6**

tal, que consiga vencer la repulsión eléctrica que hay en los protones y neutrones de un núcleo atómico. Eso puede hacerse de dos formas: por bombardeo nuclear, es decir, disparando un núcleo contra otro, acelerado por poderosas máquinas; o mediante la termo fusión, esto es, aprovechando la agitación producida por el calor. Ambos métodos ofrecen serias dificultades. El primero además de exigir costosas máquinas, está lejos de producir energía en gran escala (por lo que se descarta); y el segundo exige temperaturas fantásticas del orden de las que existen en el Sol o bien las que puede producir una *reacción en cadena* con una cantidad de combustible considerable.

Hay algunos núcleos atómicos pertenecientes sobre todo a *isótopos* no muy abundantes o creados artificialmente, que al producirse una *reacción en cadena* emiten radiaciones, ello debido a que no son muy estables y que para conseguir su estabilidad actúan de esa forma.

Estas radiaciones son de tres clases principalmente: alfa, beta y gama. La primera está formada por partículas pesadas y tiene carga eléctrica positiva; la segunda consta de partículas ligeras con carga negativa y la tercera es electromagnética con una naturaleza similar a la de la luz.

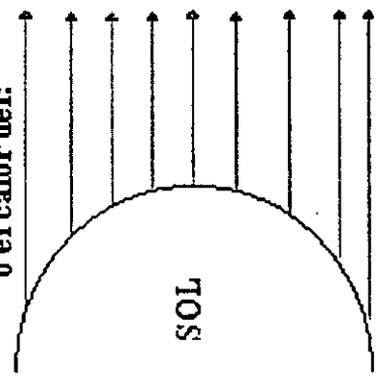
Todos los seres vivos podemos recibir cierta cantidad de radiación sin consecuencias. Sin embargo, si la dosis recibida es muy alta, puede causar efectos que van desde enfermedades hasta la muerte.

Para poder entender mejor la capacidad de cada una de las radiaciones, tenemos que los rayos gama son los más penetrantes y para detenerlos se necesitan gruesos muros de concreto o acero. Las radiaciones beta se detienen con una delgada lámina de metal. Y las radiaciones alfa se bloquean con una hoja de papel: son tan poco penetrantes que no pueden atravesar la piel de los seres humanos.

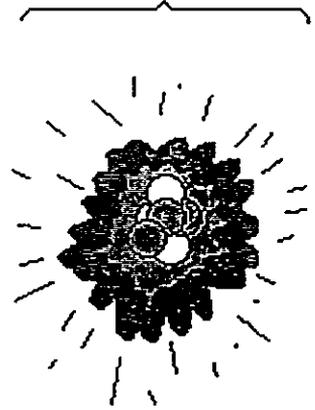
Fig. 7

Calor de una fisión nuclear

o el calor del:



Se genera una gran cantidad de energía



Fusión

Proceso para la realización de una Fusión

## **1.2. Usos que se le pueden dar a Energía Atómica**

Por sus alcances aún inimaginables, la Energía Nuclear puede ser utilizada tanto con fines pacíficos como con fines bélicos.

Dentro de los fines beligerantes en los que podemos encontrar a este tipo de fuerza tenemos las bombas atómicas, las cuales como podemos apreciar, al término de la Segunda Guerra Mundial dejaron un número muy grande de muertos. En la actualidad hay algunos países como Estados Unidos, Rusia, Francia, Gran Bretaña y China, que cuentan con ese tipo de armamento, existiendo siempre la posibilidad de que hayan detonaciones por alguna imprudencia o error humano.

La radiactividad provocada por la Energía Atómica puede tener muchos otros usos con fines pacíficos, dentro de los que podemos destacar:

- En la medicina, para la cura y detección de enfermedades como algunos tipos de cáncer.
- En la alimentación, para modificar cierto tipo de cosechas, así como para la conservación de los alimentos.
- En la ecología, para destruir compuestos orgánicos e inorgánicos que tienen una alta toxicidad que afecta al medio ambiente.
- En la criminalística para seguir la pista de algún delincuente, mediante técnicas para la identificación de compuestos químicos y restos de elementos, así como la técnica de radiografía de neutrones que permite identificar billetes, documentos, firmas u obras de arte falsificadas.
- En la arqueología, para la limpieza y conservación de piezas de gran valor histórico.
- En la industria, para la inspección de soldaduras o piezas de fundición, para detectar fugas de tuberías enterradas y para la generación de electricidad.

Antes de pasar a ver en específico cada una de las utilidades anteriormente señaladas de la Energía Atómica, es necesario conocer ¿Qué es y cómo funciona un reactor nuclear?; ya que es el punto medular para que se pueda producir una radiación atómica.

### 1.2.1. ¿Cómo funciona un Reactor Nuclear?

Enrique Ferm fue quien construyó en 1942 el primer reactor nuclear en el mundo, creando al mismo tiempo la posibilidad de la utilización de la Energía Atómica. Ahora existen varios tipos de ellos, dependiendo sus usos. Es por ello que a continuación, aunque no entraremos en detalles con cada uno de ellos, daremos los principios generales que los fundamentan.

Un *reactor nuclear o pila atómica* -como se conoce en muchas partes del mundo- es una vasija en cuyo interior se encuentra el material capaz de producir una reacción en cadena -llamado combustible nuclear- y sirve para aprovechar y controlar dicha reacción con los fines que se deseen.

Para el funcionamiento de la mayor parte de los reactores nucleares se utiliza un combustible llamado Uranio enriquecido. El cual se obtiene a partir de minerales de Uranio existentes en algunos lugares del mundo.

Una vez que se extrae el mineral, se somete a diferentes procesos para que llegue a contener aproximadamente el 3% de núcleos de U-235, que son los que darán origen a una reacción en cadena.

El combustible nuclear se prepara en forma de pastillas. Estas pastillas se colocan en unos tubos de un material inoxidable, para después agruparse en haces que llevan por nombre *elementos combustibles*. Estos *elementos combustibles* se colocan en el núcleo del reactor

Entre los *elementos de combustible* se pueden introducir barras de control, fabricadas de boro, material capaz de absorber a los neutrones libres. Al introducir más o menos estas barras entre los elementos de combustible se puede controlar el número de fisiones que se producen y así controlar la energía.

El calor que provoca un *reactor nuclear* puede ser utilizado con diversos fines, dentro de los cuales tenemos uno de los más importantes que es para producir electricidad, como veremos en la *figura 9*.

Fig. 9

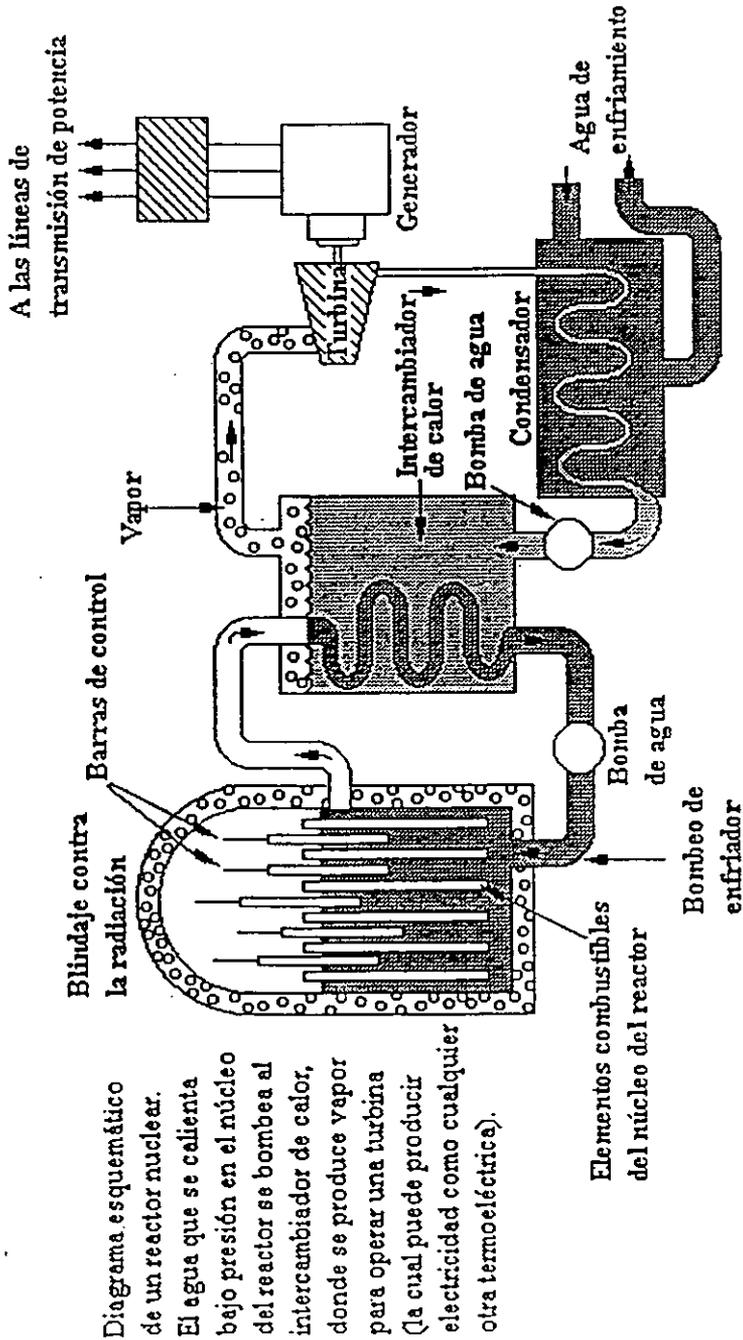


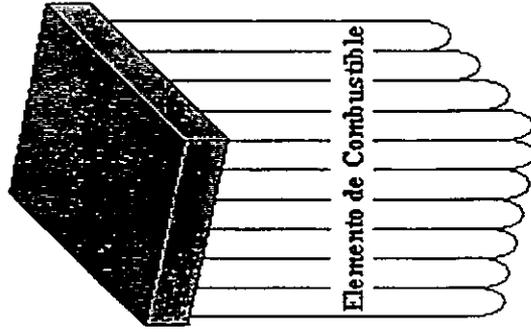
Diagrama esquemático de un reactor nuclear. El agua que se calienta bajo presión en el núcleo del reactor se bombea al intercambiador de calor, donde se produce vapor para operar una turbina (la cual puede producir electricidad como cualquier otra termoeléctrica).

Fig. 8

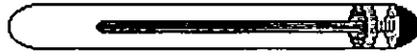


**Pastilla de Combustible**

El poder energético de una pastilla de combustible con un peso de 10g. es equivalente a 3.9 barriles de combustible.



**Elemento de Combustible**



**Tubo**

### **1.3. La importancia de la generación de Energía Nuclear en el mundo desde su descubrimiento hasta nuestros días**

Como ya mencionamos en párrafos anteriores, la Energía Nuclear puede ser utilizada con fines pacíficos y acarrear toda una infinidad de ventajas para la humanidad. A continuación haremos referencia de algunos de los aspectos más importantes en los cuales se puede utilizar esta fuente energética, teniendo en cuenta que no son todos los avances, ni mucho menos todas las investigaciones que se han realizado en este sector; ya que ello es muy amplio y complejo y nos llevaría a entrar en cosas como Ingeniería Nuclear, lo cual no es el propósito de esta tesis.

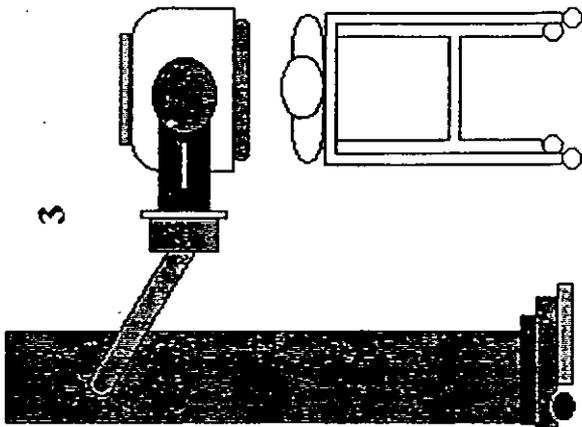
#### **1.3.1. La importancia de la Energía Atómica en la Medicina**

La utilización de la Energía Atómica en la medicina es uno de los logros más importantes de este tipo de fuerza; ya que ello sirve de gran ayuda para los médicos. El único problema con este tipo de tratamientos es que son demasiado costosos.

A la aplicación de la Energía Atómica en la Medicina se le conoce con el nombre de *medicina nuclear* y sirve para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, principalmente la conocida como cáncer.

Para detectar malformaciones en el sistema óseo, se utiliza el método más conocido en la *medicina nuclear*, llamado Gamografía Ósea (GO), el cual consiste en inyectar un isótopo radiactivo al organismo, tratando de que este se integre al sistema óseo, después con un aparato conocido como gamacámara se pueden detectar malformaciones o anomalías en los huesos.

Para poder detectar algún tumor, sobre todo tumores cerebrales, se emite un rayo conocido



Se toma la Gamografía



Se obtiene la Gamografía

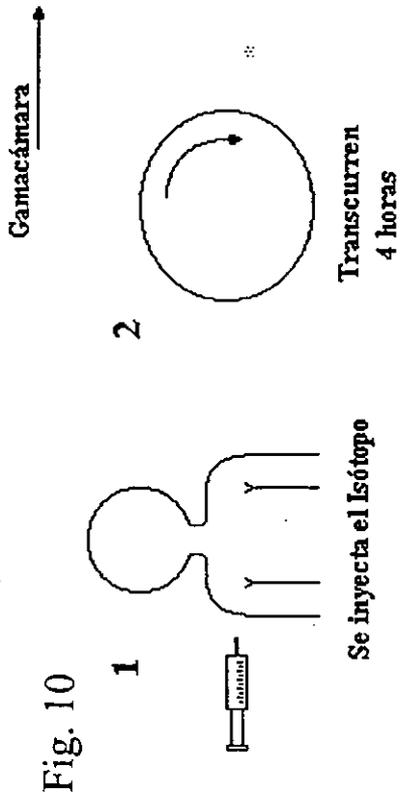


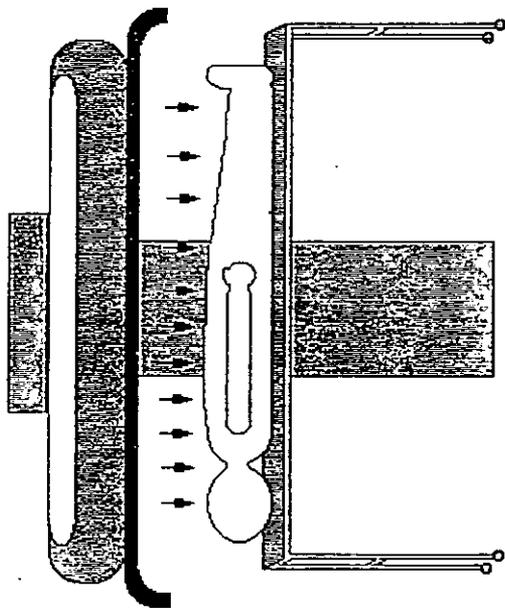
Fig. 10

Un ejemplo de la Medicina Nuclear es la Gamografía (GO).

La GO es de suma importancia para la Medicina Nuclear, porque es la técnica más utilizada para la detección de partes afectadas por células cancerígenas.

La GO es una técnica diagnóstica, basada en la inyección de un isótopo radiactivo en el cuerpo humano, el cual después de que transcurre un período de tiempo, se dispersa en toda la zona afectada, dando pie a que se puedan hacer tomas de la región que se está tratando. Dependiendo de que si la imagen se muestra nítida o no, se sabe si existe alguna malformación.

Fig. 11



La radiación penetra en el cuerpo  
y mata alas células causantes del  
cáncer.

con el nombre de resonancia magnética nuclear, el cual debido a la nitidez de imágenes que presente, permite observar alteraciones anatómicas en los tejidos (son como los rayos X, sólo que con técnicas más avanzadas). La demanda de las ciencias médicas no se limita solamente a observar estas alteraciones, requiere además de técnicas que les permiten determinar procesos metabólicos en los tejidos, para atacar así el origen de estas disfunciones.

El empleo de este tipo de energía para curar enfermedades se hace mediante la emisión de radiaciones, las cuales combaten a todas esas células malignas y tejido muerto o afectado, provocando así, que se detenga la alteración y que se genere nuevo tejido con células no contaminadas.

Actualmente, en los enfermos terminales de cáncer de próstata, mama y pulmón, la Energía Nuclear se utiliza de tal manera que el paciente ve incrementada su calidad de vida, ya que al utilizar un radiofármaco, se evita el dolor sin la pérdida del conocimiento que se tiende al usarse drogas comunes.

Otra aplicación reciente que se está haciendo con la radiación nuclear, es para detectar en niños recién nacidos posibles deficiencias hormonales, que tratadas a tiempo, evitan el desarrollo de enfermedades en el sistema nervioso con posibles trastornos mentales asociados.

### 1.3.2. La importancia de la Energía Atómica en la Industria

En la industria, las radiaciones atómicas pueden ser utilizadas para inspeccionar soldaduras o piezas de fundición y para detectar fugas de tuberías enterradas; es decir, que por ejemplo, se emite una radiación hacia un punto X que se desea inspeccionar y dependiendo de la nitidez que presente al atravesar el objetivo, define si existe algún problema o no; o bien se puede identificar el material o elemento encontrado bajo la tierra.

Otro caso en el que se puede utilizar la fuerza atómica es, como veremos a continuación, en la generación de energía eléctrica.

### 1.3.2.1. La industria eléctrica y la Energía atómica en el Mundo

A la generación de energía eléctrica a través de Energía Atómica, se le conoce como *nucleoeléctrica*; asimismo a los lugares en los que se lleva a cabo dicho proceso se les conoce como *centrales nucleoeléctricas*.

Las *centrales nucleoeléctricas* funcionan con el mismo principio que las centrales térmicas convencionales (ver *figura 9*). En las térmicas convencionales el calor se obtiene de la combustión de carbón, gas o combustóleos. En las *nucleoeléctricas* el calor se obtiene de la *fisión* de Uranio. La energía de las fisiones que ocurren en el interior del reactor, hace que se caliente agua en una vasija. Esta agua, lo mismo que sucede en otras centrales térmicas de carbón o combustóleo, se convierte en vapor para mover una turbina e impulsar al generador de donde proviene la electricidad.

Este ramo de la Energía Nuclear es muy importante cuando se sabe manejar adecuadamente. Algunos países como Francia y Canadá han obtenido óptimos beneficios con éste método y lo llegan a emplear en más de la cuarta parte de su electricidad (“en el caso de Francia alcanza hasta un 70% de su totalidad”<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> COHEN, Bernard L., La Energía Nuclear / Una opción para el futuro, Siglo XXI, México, D.F., 1993, p. 14.

### 1.3.3. La importancia de la Energía Atómica en la ecología

Existen compuestos orgánicos e inorgánicos considerados como desechos peligrosos, cuyo almacenamiento o disposición final presenta riesgos al ambiente. Como ejemplo de ellos tenemos los ascareles y los desechos hospitalarios, para lo cual ya existen alternativas de desintegración por medio de la Energía Nuclear.

Los ascareles son líquidos orgánicos que se utilizan como aislantes y refrigerantes en los transformadores de energía eléctrica. Por su alta toxicidad, en algunas instituciones eléctricas de todo el mundo los han sustituido por otro tipo de compuestos, sin embargo, por su alta estabilidad, la destrucción de ascareles no es muy simple y se han tenido que almacenar para evitar riesgos en el medio ambiente. En instituciones nucleares de todo el mundo se han instalado laboratorios para la degradación de ascareles.

Los desechos hospitalarios, como otros desechos de igual o mayor importancia, por su toxicidad, no pueden ser enviados a depósitos sanitarios, tampoco su incineración es conveniente por la gran diversidad de materiales presentes. Una alternativa para ello, es la utilización de equipo experimental que permite la destrucción de todo tipo de materiales, incluyendo metal, plástico, cartón, gases, líquidos, etc.. El sector salud ha manifestado ampliamente su interés en los resultados obtenidos, contándose ya con la ingeniería básica para la instalación de plantas piloto.

Además de la destrucción de desechos peligrosos, el diagnóstico de contaminantes en el medio ambiente es de suma importancia, cuando se requiere evaluar aspectos epidemiológicos o cuando se requiere identificar el origen de algún daño en la flora y fauna. Para lograr uno u otro propósito, ya se cuenta con técnicas de análisis moleculares, atómicas y nucleares, que permiten detectar la radiación emitida natural o inducida de cualquier tipo de elemento, por pequeña que sea su concentración, en cualquier tipo de muestra, sea sólida, líquida o gaseosa.

### 1.3.4. La importancia de la Energía Atómica en la alimentación

La Energía Nuclear contribuye a la preservación de condimentos deshidratados como el chile, el ajo, la cebolla, etc.. La calidad de los condimentos así tratados, permite su importación y exportación y como consecuencia un intercambio comercial más dinámico.

También se realizan estudios de fitomejoramiento, es decir, estudios en donde se irradian algunos productos vegetales o frutales para mejorar su calidad o para que su cosecha sea más fácil (en algunos casos se han radiado algunos árboles para que no carezcan tanto y se haga más fácil la recolección de su fruto).

Otros estudios en el trigo, ya dieron como resultados la liberación comercial de dos especies que también fueron mejoradas. Los beneficios obtenidos fueron con un rendimiento mayor en un 30% y una mayor resistencia del tallo del trigo; esta resistencia es importante porque mucha de la pérdida de la cosecha de ese producto la causa el viento o la lluvia, ya que al ser débil el tallo se rompe y se pierde.

Otro ejemplo de las aplicaciones pacíficas derivadas de la Energía Atómica y que puede ser también de índole ecológico es la irradiación de larvas de la mosca de fruta. Las larvas irradiadas se desarrollan como moscas estériles, al liberarse y aparearse con moscas silvestres no producen descendencia, provocando como consecuencia beneficios económicos y sanitarios.

Todos estos programas de control, contaron con la asesoría de la Organización de la Agricultura y la Alimentación (FAO), dependiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Debido al éxito obtenido en países como México y Estados Unidos, la FAO y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), iniciaron en 1989 un programa similar en Libia, África, en donde la mosca del gusano barrenador hizo su aparición. "El 7 de abril de 1991, se registró el último caso de daño de ganado vacuno, comparado con los más de 12 000 casos registrados en 1990; finalmente en junio de 1992, el gobierno de Libia

anunció oficialmente la erradicación de este parásito. Se estima que el beneficio económico en el norte de África sobrepase los 280 millones de dólares anuales<sup>2</sup>.

### 1.3.5. La importancia de la Energía Atómica en la conservación del patrimonio cultural

El rescate y conservación de los vestigios históricos de importancia es una responsabilidad de todos los países para con su patrimonio cultural. La limpieza y mantenimiento de piezas del pasado representan dos alternativas sin paralelo de los institutos de investigaciones nucleares en todo el mundo. Es por ello que los primeros estudios de Energía Nuclear relacionados con la historia se hicieron en Estados Unidos durante la década de los setentas. Se aplicaron técnicas nucleares en apoyo al trabajo de antropólogos y restauradores.

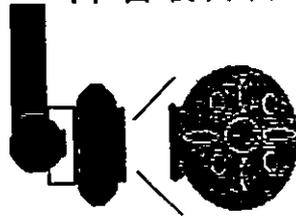
En la actualidad ya muchos países cuentan con tecnologías tan sofisticadas para poder limpiar o dar mantenimiento -mediante la radiación se eliminan a todos aquellos bichos que puedan afectar alguna pieza- a objetos de gran valor patrimonial.

En síntesis, las ciencias nucleares ofrecen a la antropología dos opciones: la limpieza de monumentos y objetos por medio del rayo gamma y la conservación de huesos, cerámicas, piedras, pigmentos y otros objetos.

---

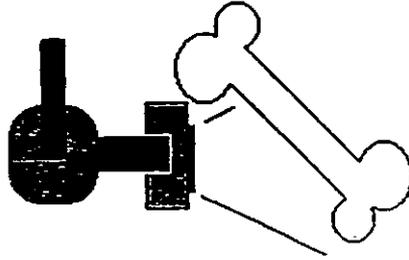
<sup>2</sup> BALCAZAR, Miguel, *Radiación ¿Qué es?, ¿Qué tan segura es?*, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México, 1996, p. 6.

Fig. 12



El rayo gama al ser proyectado contra una pieza de importancia histórica elimina todas las pequeñas partículas y bichos que afectan al objeto.

Fig. 13



Utilizando con frecuencia a la Energía Atómica se pueden conservar piezas históricas sin mayor dificultad.

### 1.3.6. La importancia de la Energía Atómica en otras áreas de la ciencia

Así como hemos señalado en apartados anteriores, algunos de los múltiples casos en los que la Energía Atómica ha tenido óptimos resultados, creo conveniente hacer referencia a dos ejemplos más, tratando de que con ello no se extienda tanto la presente investigación de tesis y de que tampoco se utilicen tantos tecnicismos y terminología que son de uso exclusivo de los expertos en ingeniería e investigaciones nucleares.

A todo ello, podemos decir que la Energía Nuclear también está siendo utilizada en la fabricación de nuevos materiales. Hace ya varios años que el mundo tuvo un giro importante en sus costumbres, con la introducción de la industria del plástico. En un futuro no muy lejano, es posible que el mundo experimente un cambio similar, cuando se logren fabricar comercialmente nuevos compuestos, formados por moléculas gigantes de carbón. En la actualidad, varios laboratorios del mundo son pioneros en la investigación básica que permitirá derivar la tecnología apropiada para la producción industrial de estos nuevos compuestos, con propiedades de dureza superiores a las del diamante pero sumamente ligeros.

Otro punto no menos importante que tiene relación con la medicina forense y por ende trae beneficios a la criminalística, es el procedimiento que mediante la Energía Nuclear se emplea para poner en evidencia e identificar muy pequeñas cantidades de ciertos elementos, a lo cual se le conoce con el nombre de *análisis por activación*.

Un ejemplo de *análisis por activación* es la comparación de cabellos de un criminal sospecho, con los posibles residuos de cabellos que pudieran ser encontrados en el lugar donde se cometió el delito. A esto se le conoce como huella dactilar nuclear.

Este análisis no se restringe solamente al estudio de cabellos; sino que puede ser utilizado para comparar pequeñas manchas de grasa o mugre recogidas en el escenario del crimen que pudieran escapar a la vista; o pequeñas escamas de pintura de un automóvil en

coalición. La cantidad de material requerido para el estudio es tan pequeña que no se dañan las muestras.

Se ha utilizado, por ejemplo, el *análisis por activación* para comprobar con pequeñas muestras, pólvora en manos que han disparado armas de fuego recientemente, identificándose además el tipo de pólvora quemada, el número de balas disparadas y otros datos que resultarían largos de enumerar en éste apartado.

Como podemos darnos cuenta en estos últimos párrafos, las múltiples aplicaciones que pueden derivar de la Energía Atómica no son fáciles de concretizar, ya que día a día los grandes laboratorios nucleares tienen nuevos resultados, los cuales pueden ser igual o más impresionantes que los casos que acabamos de mencionar, sólo hay que tomar en cuenta que cuando esto no existía, como por ejemplo en la medicina, mucha gente parecía sin tener esperanza alguna. Es por ello que sólo incluí algunos de los casos que considero más importantes y a los cuales tuve acceso, para darnos una idea de qué tan importante y necesaria puede ser la fuerza de miles de millones de diminutas partículas llamadas átomos.

## **1.4. La Energía Atómica en comparación con otros energéticos**

La Energía Atómica, como podemos dar por entendido según lo ya expuesto, no sólo es un medio que puede ser utilizado con fines destructivos y de muerte, como ocurrió en 1945 cuando fueron arrojadas dos bombas sobre dos de las ciudades más importantes de Japón, por los Estados Unidos; sino que es también un poderoso medio para el desarrollo industrial en gran escala, pudiendo sustituir en gran medida a otras fuentes de energía como el carbón, el gas y el petróleo

No podemos comparar a la Energía Atómica con la electricidad, ni decir que la sustituya, debido a que ésta última es más fácil de manejar, menos contaminante y por ende más rentable que las demás. El problema es cómo generar la electricidad. Este proceso puede ser llevado a cabo por medio de las centrales térmicas convencionales a fuerza de carbón, petróleo y gas o en las centrales nucleoelectricas por medio de las fisiones que produce la Energía Atómica (ver fig. 9). La pregunta es ¿Cuál es más factible o de cuál se puede prescindir en un momento dado?, la respuesta será del criterio de cada uno después de que veamos los siguientes subcapítulos.

### **1.4.1. La Energía Atómica en comparación con el Carbón**

Para poder generar energía a partir del carbón, es necesaria la combustión de este producto. Los efectos por consiguiente son: deforestación de los bosques, contaminación del aire, lluvia ácida y el efecto invernadero, así como las consecuencias que estos traen consigo.

Para poder comprender mejor lo anterior, es necesario que analicemos por separado al efecto invernadero, la lluvia ácida y la contaminación del aire.

### 1.4.1.1. Efecto Invernadero

El carbón, el petróleo y el gas están constituidos principalmente por Carbono e Hidrógeno, los cuales al quemarse emiten un par de reacciones con el Oxígeno del aire, provocando que el Carbono se combine con el Oxígeno para formar Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el Hidrógeno también se combine con el Oxígeno para formar vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

El inconveniente con éste proceso es el que constituye el  $\text{CO}_2$ , ya que éste al irse a la atmósfera terrestre, produce que no entren tan fácil los *rayos infrarrojos*\* del Sol (efecto muy bueno y saludable), al mismo tiempo que no deja salir tan fácil a este tipo de rayos que emite la tierra, produciendo que estos sean reflejados contra el planeta, ocasionando que estas radiaciones calienten la superficie terrestre y por ende toda una serie de complicaciones.

Cabe destacar que los rayos visibles del sol entran sin mayor dificultad a la tierra, para después convertirse en infrarrojos y ser proyectados por nuestro planeta al exterior, formandose lo que se conoce como *efecto invernadero*.

A medida que se libera más  $\text{CO}_2$  -por la quema de gas, combustóleos o carbón- , es más difícil que salgan las radiaciones, por lo que es mayor el calor que se produce en la capa terrestre.

Las consecuencias que trae el efecto invernadero son: a más calor, la descongelación de los polos y como consecuencia el aumento del nivel del mar; mayor evaporación de los ríos, lagos, lagunas y presas, por lo que disminuyen considerablemente su nivel; y por si fuera poco, como ya sabemos, a mayor calor hay más sequías, enfermedades tropicales, plagas, epidemias, etc.

---

\* *Rayos infrarrojos*: Son las radiaciones invisibles inferiores al límite del espectro visible y superiores a las microondas.

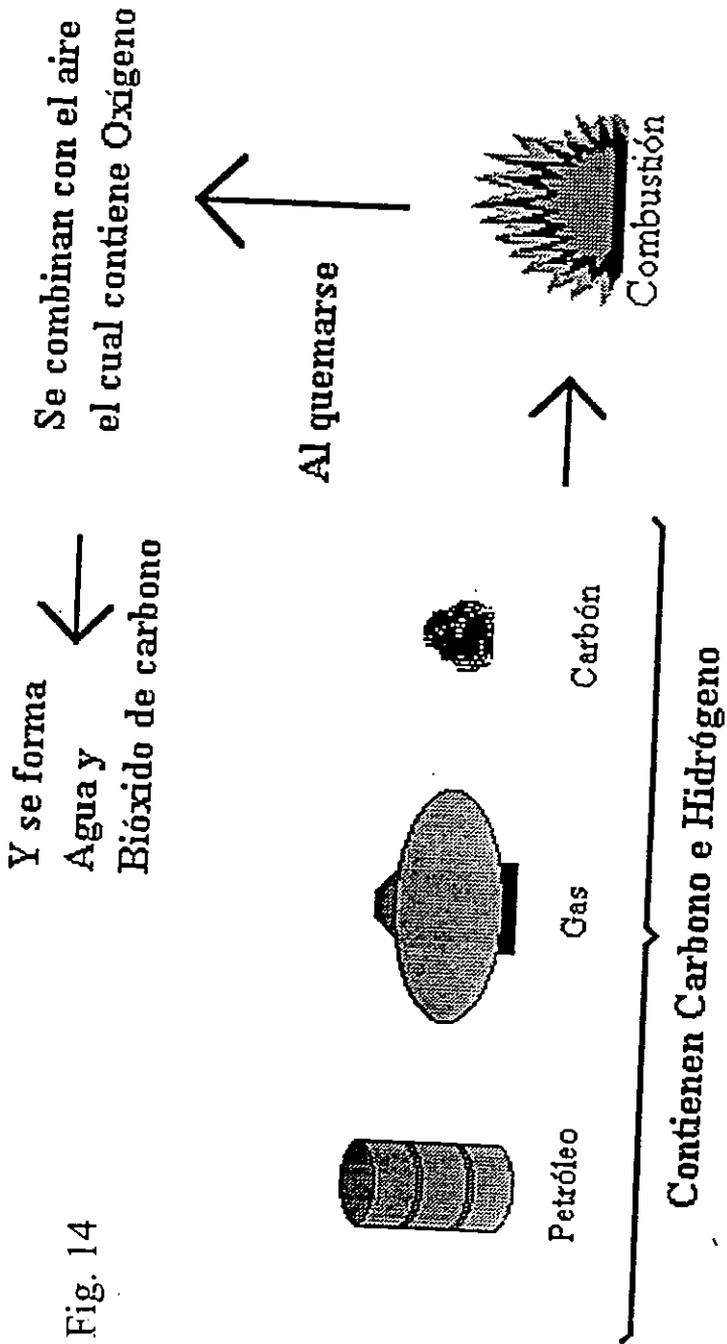
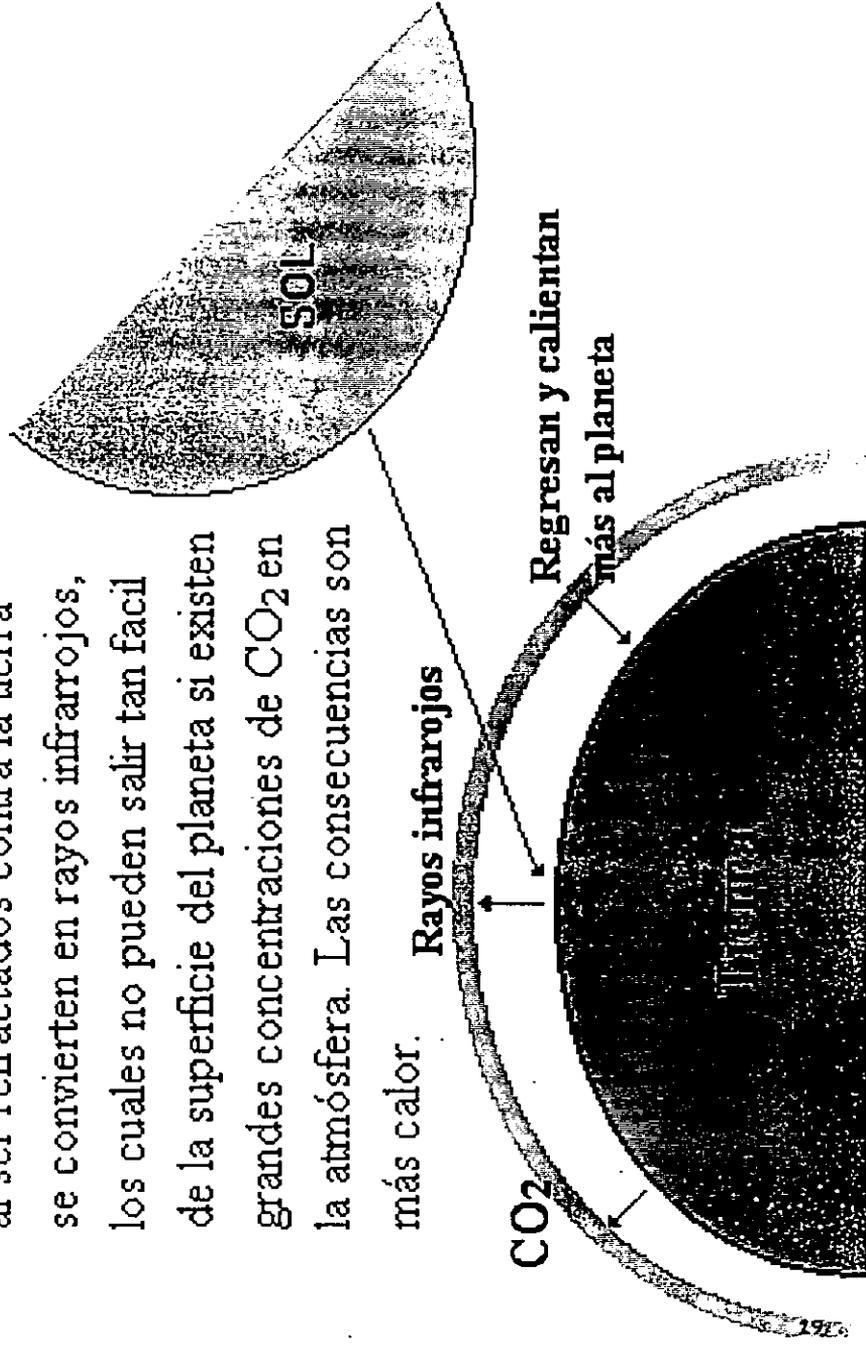


Fig. 14

Fig. 15

El Sol emite rayos visibles que al ser refractados contra la tierra se convierten en rayos infrarrojos, los cuales no pueden salir tan fácil de la superficie del planeta si existen grandes concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera. Las consecuencias son más calor.



### **1.4.1.2 Lluvia Ácida**

“El carbón y el petróleo contienen pequeñas cantidades de azufre, de manera típica entre 0.5% y el 3% en peso . Durante el proceso de combustión, el azufre se combina con el Oxígeno del aire para producir Bióxido de Azufre, que es la sustancia más contribuyente a la lluvia ácida. El aire consta de una mezcla de Oxígeno (20%) y de nitrógeno (79%)”<sup>3</sup>, que a muy altas temperaturas las moléculas de estos gases se pueden combinar para producir Óxidos de Nitrógeno; siendo estos otra causa importante de la lluvia ácida. El Bióxido de Azufre y los Óxidos de Nitrógeno sufren reacciones químicas en la atmósfera que los transforman en Ácido Sulfúrico y Ácido Nítrico respectivamente, los cuales se integran a las gotitas de agua, que a la postre caerán al suelo en forma de lluvia. Esta lluvia es conocida como lluvia ácida.

Entre otras cosas, la consecuencia de una lluvia ácida es la muerte de algunas especies acuáticas que habitan en los lagos, lagunas, ríos y presas; además de que destruye los bosques y provoca serios problemas en el ecosistema.

### **1.4.1.3. Contaminación del aire**

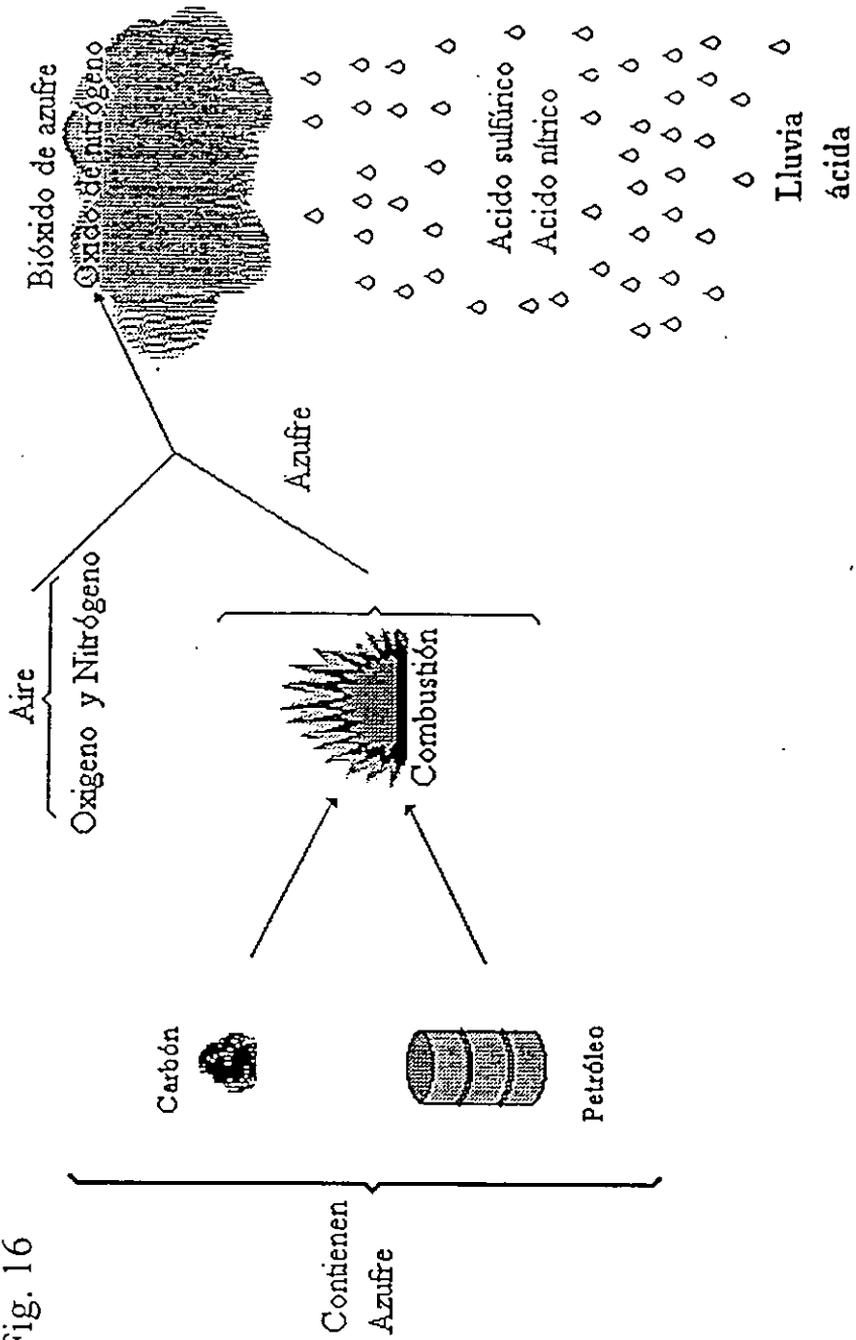
La infición del aire es el aspecto más importante dentro de los efectos que hemos mencionado, ya que no sólo causa estragos ambientales, sino que también mata a personas y origina el sufrimiento humano por medio de enfermedades.

Ya hablamos de los procesos mediante los cuales se produce el Bióxido de Azufre y los Óxidos de Nitrógeno, que son componentes importantes en la contaminación del aire; así como la causa de la lluvia ácida. Pero al quemar combustibles fósiles y carbón, ocurren también muchos otros procesos. “Cuando el Carbono se combina con el Oxígeno, a veces

---

<sup>3</sup> COHEN, Bernard L., La Energía Nuclear / Una opción para el futuro, Siglo XXI, México, D.F., 1993, p. 44.

Fig. 16



en lugar de Bióxido de Carbono, se produce Monóxido de Carbono, que es un gas muy peligroso; e igualmente, en ese tipo de combustión, se producen millares de otros compuestos de Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, a los que se les da el calificativo de hidrocarburos o compuestos orgánicos volátiles. Durante la combustión, cierta parte del carbono no llega a quemarse; además en el carbón y en el petróleo están presentes algunas otras materias que no son combustibles; estas se desprenden en forma de pequeñas partículas sólidas, a las que se les conoce como partículas en suspensión, que de manera típica tienen un diámetro inferior a las 25 cien milésimas de milímetro y que flotan en el aire durante muchos días”<sup>4</sup>.

Para aquellas partículas en suspensión lo suficientemente grandes como para ser visibles, la palabra que se emplea comúnmente es humo. Cierta parte de los compuestos orgánicos que se forman durante el proceso de combustión se adhieren a estas partículas en suspensión y entre ellos figuran algunos que se conocen como cancerígenos. El carbón contiene diminutas cantidades de casi todos los elementos, entre los cuales se hallan presentes metales tóxicos como el Berilio, el Arsénico, el Cadmio, el Selenio y el Plomo. Al quemarse el carbón se liberan de diversas formas.

Resumiendo algunos de los efectos que estos contaminantes ejercen sobre la salud, tenemos:

- “El Bióxido de Azufre se asocia con muchos tipos de padecimientos respiratorios, entre los que se pueden mencionar los resfriados, el asma, la bronquitis y el enfisema. Los resultados de estudios que se han efectuado al respecto indican que las tasas de mortalidad causadas por los altos niveles de Bióxido de Azufre son más altas que las normales entre las personas que presentan enfermedades cardíacas y pulmonares.
- Los Óxidos de Nitrógeno pueden irritar los pulmones, causar bronquitis y neumonía, además de bajar la resistencia del organismo a las infecciones respiratorias tales como la gripe. A niveles más altos puede originar el edema pulmonar.

---

<sup>4</sup> Ídem. P. 48.

- El Monóxido de Carbono se enlaza químicamente con la hemoglobina -que es la sustancia de la sangre que transporta del oxígeno hasta las células- y ello reduce la cantidad de Oxígeno disponible para los tejidos del cuerpo. Este gas también debilita las contracciones del corazón, con lo cual todavía se reduce más el abasto de oxígeno, condición que puede ser fatal para las personas con padecimientos cardiacos. Aún en bajas concentraciones puede afectar el funcionamiento mental, la agudeza visual y la vivencia de los individuos.
- Las partículas en suspensión, cuando se inhalan, pueden raspar o dañar de alguna otra manera el sistema respiratorio, causando enfermedades respiratorias agudas o crónicas. Según cuál sea su composición química, pueden ser una causa adicional de otros efectos adversos para la salud. El Benzopireno, por ejemplo, agente cancerígeno bien conocido por los efectos que ejerce sobre los fumadores, se adhiere a la superficie de las partículas en suspensión y penetra en el cuerpo cuando éstas se inhalan.
- Los hidrocarburos producen esmog e intervienen de manera importante en la formación de ozono.
- El ozono irrita los ojos y las membranas mucosas del aparato respiratorio. Afecta al funcionamiento de los pulmones, reduce la capacidad para efectuar ejercicio, causa dolores de pecho, tos y congestión pulmonar, dañando también el sistema inmunológico.
- Entre los compuestos orgánicos volátiles figuran muchas sustancias que se sabe o se sospecha producen cáncer. Destaca dentro de éstos un grupo al que se le denomina de los Aromáticos Policíclico, al que pertenece el Benzopireno ya mencionado.
- Los metales tóxicos tienen una serie de efectos nocivos. El Cadmio, el Arsénico, al Níquel, el Cromo y el Berilio pueden causar cáncer, aparte de que cada uno de ellos posee sus propios efectos dañinos adicionales. El Plomo origina desórdenes neurológicos tales como ataques, retraso mental y desajustes de la conducta; también contribuye a la elevación de la presión sanguínea y a los padecimientos cardiacos. El

Selenio y el Telurio afectan al sistema respiratorio y en altas concentraciones causan la muerte”<sup>5</sup>.

En este sentido, la Energía Nuclear es más conveniente, ya que contamina mucho menos y es más segura. Hay quienes piensan que puede llegar a ocurrir algo similar a lo de Chernobyl en 1986 -punto que trataremos posteriormente- y por eso no confían mucho en ella, pero eso es algo ya muy remoto, pues es alentador que una nueva generación de reactores con características de máxima seguridad, confiabilidad y menores costos, estén surgiendo en el mundo para brindar un mejor servicio.

### 1.4.2. La Energía Atómica en comparación con el Petróleo

El petróleo es el principal combustible que se utiliza en todo el mundo, es casi el único combustible con el que pueden funcionar los automóviles, camiones, aviones y barcos; es el predominante en los autobuses y los ferrocarriles. Sin él, nuestro sistema de transporte quedaría casi sin funcionamiento o llevaría un retraso de varios años, sino es que podría ser más obsoleto. El petróleo también absorbe una parte apreciable en la calefacción de los edificios; además de que éste hidrocarburo tiene muchos otros usos vitales, a parte de ser combustible. De él se obtienen los plásticos, productos químicos orgánicos, el asfalto, las ceras y prácticamente todos los lubricantes.

Viendo que tan importante es el uso de los petrolíferos en otras áreas que no sean su quema como tal, pasemos a ver que las reservas de este mineral en el mundo son muy limitadas; ya que apenas son suficientes para satisfacer nuestras necesidades hasta mediados del siglo entrante (de proseguir las tendencias actuales en cuanto a su empleo). Viendo este inconveniente, tiene muy poco sentido quemarlo -como por ejemplo en las industrias como la eléctrica- cuando hay otros combustibles que pueden resultar más eficientes y baratos.

El petróleo al igual que el carbón, durante su quema presenta problemas ambientales, tales como el *efecto invernadero*, la *contaminación del aire* y la *lluvia ácida*.

---

<sup>5</sup> Ídem. p. 79-80.

Por todo lo anterior y conociendo que la Energía Atómica es cada vez más segura y no contamina, así como que puede tener los fines que se logran en la combustión del carbón, el petróleo y el gas. Creo que por lógica no es difícil decidir cuál es más conveniente.

### 1.4.3. La Energía Atómica en comparación con el Gas

El gas como ya mencionamos, no escapa a la *contaminación del aire*, al *efecto invernadero* y a la *lluvia ácida*, por lo que en este aspecto pierde votos en comparación con la Energía Atómica.

Los demás problemas que surgen con el empleo del gas natural para la generación de calor - y así el movimiento de turbinas que dan pie a la electricidad, u otro tipo de efecto similar-, son en general similares a los del petróleo. El gas tiene igualmente muchos otros usos para los cuales resulta singularmente indicado, como en la calefacción de edificios, en los hornos industriales (por ejemplo la fusión de acero o de vidrio), o en su uso doméstico. También se puede utilizar como sustituto de la gasolina en la propulsión de automóviles.

Al igual que el petróleo, las reservas mundiales de gas apenas si son suficientes para mediados del próximo siglo, en caso de que persista su uso como hasta ahora. Por lo que para la generación de electricidad no es difícil decidir entre él y el Uranio.

En síntesis, también podemos decir que las centrales *nucleoeléctricas* resultan muy rentables, ya que además es muy poca la cantidad de combustible que necesitan, debido a que el Uranio enriquecido tiene un muy elevado contenido energético. Por ejemplo “una central *nucleoeléctrica* necesita 27 toneladas de combustible, mientras que harían falta 3'950,000 toneladas de carbón, 10'540,000 barriles de combustóleo ó 1,668 millones de metros cúbicos de gas para generar la misma cantidad de energía anualmente”<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Comisión Federal de Electricidad *¿Qué es la Energía Nuclear?*, Central Nucleoeléctrica Laguna Verde, Veracruz, México, p.4.

En pocas palabras, el poder energético de una pastilla de combustible cuyo peso sea de 10 gramos equivale al de 3.9 barriles de combustóleo.

#### 1.4.4. La Energía Atómica en comparación con la Energía Solar

Al parecer la Energía Solar puede ser considerada como la mejor opción en el mundo de los energéticos, ya que no contamina ni trae costos considerables al ecosistema; además de que todos los días está con nosotros.

Entonces ¿Cuál podría ser el problema con la energía proveniente del astro Sol?, la respuesta no es muy fácil, pero salta a la vista si vemos con detenimiento. El estudio de la Energía Solar no está aún muy desarrollado, como por ejemplo en comparación con la Energía Atómica; por lo que su aprovechamiento no se ha maximizado del todo; otro problema es que resulta demasiado caro poder generarla, ya que se requiere de una gran cantidad de placas receptoras de los rayos del Sol (pilas solares) para poder procesarla y consumirla. Si a esto le sumamos que se necesitan cargadores energéticos para la noche, se aumentan los costos y se agudiza el problema.

La pila solar podría contribuir en gran medida, si se pueden superar ciertos obstáculos tecnológicos y económicos.

“La cantidad relativamente pequeña de energía que recibe de los rayos del Sol cada metro cuadrado de superficie terrestre, incluso en los climas más soleados, y el rendimiento relativamente bajo, en el mejor de los casos, podría alcanzar la conversión de los rayos del Sol en electricidad (el máximo es aproximadamente, del 20%) significa que grandes extensiones de terreno tendrían que estar cubiertas de pilas solares para generar una cantidad significativa de energía. Por ejemplo se necesitaría de 30 a 50 kilómetros cuadrados de pilas solares para generar la cantidad de electricidad producida por una sola gran central eléctrica (1000 MW (e)). Más aún, esa extensión de 30 a 50 kilómetros

cuadrados de pilas no produciría 1000 MW (e) sino cuando estuviera recibiendo la irradiación solar más fuerte. Las pilas que representan el costo mayor pero en modo alguno el único de tal central, resultan todavía muy caras, aunque su precio baja con bastante rapidez<sup>7</sup>.

Un inconveniente más con las pilas solares es el cambio climático; es decir que no se obtienen los mismos beneficios en todas las épocas del año, por lo que su funcionamiento sólo se limita a temporadas.

Entre tanto, sólo podemos pensar en recurrir a la alternativa más factible de hoy en día, es decir la Energía Nuclear, aguardando a que se hagan más estudios en el campo solar.

---

<sup>7</sup> Organización Internacional de Energía Atómica Realidades en torno a la Energía, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México, 1984, p. 29.

## 1.5. La problemática que ha generado la Energía Nuclear a lo largo de la historia

Casi siempre que se habla de fuerza nuclear, la relacionamos con bombas atómicas y los desastres que estas puedan causar a la humanidad. Esto no es ni una idea mal fundamentada, ni una suposición al azar, ya que tenemos como antecedentes las dos bombas arrojadas sobre Japón durante la Segunda Guerra Mundial y al arsenal internacional que tanto aterroriza a la gente que tiene conocimientos de él.

Por lo anterior, podemos considerar a las bombas atómicas como la máxima problemática internacional en éste rubro. Es por ello que para darnos una idea de cuáles pueden ser sus efectos si sigue su proliferación, a continuación analizaremos grosso modo las consecuencias que causan las bombas de ese tipo.

Una de las bombas más sencillas, como la primera en hacer detonación en el mundo (arrojada sobre Hiroshima, Japón durante la Segunda Guerra Mundial), tiene la capacidad destructifera de 12 mil toneladas de *nitroglicerina*<sup>\*</sup>; es decir, con la capacidad de matar sin mayor dificultad a un promedio de más de 250 mil personas (como ocurrió en Hiroshima), no obstante ésta cifra puede variar dependiendo del lugar en donde sea lanzada; ya que si se detona en un lugar muy concurrido el número de muertos aumenta o por el contrario disminuye.

El poder aproximado de armamento nuclear que se calcula en el mundo es equivalente a 15 millones de toneladas de *nitroglicerina*. Esto es hablar como de la capacidad para matar a 165 billones de personas, o más o menos 35 veces la población del planeta. Si a esto le aumentamos que hay aparatos que pueden dirigir a estos explosivos a cualquier distancia o dirección del mundo, la problemática aumenta, debido a que no estamos exentos de llegar a ser alcanzados por ese tipo de fuerza.

---

\* Explosivo mundialmente conocido como TNT que tiene la facultad de estallar por el calor, por el choque o por medio de un fulminante.

En lo personal me pregunto ¿Qué pasaría si por algún error humano se accionara uno de esos mecanismos que activan la detonación de un explosivo de esa índole?, o el llamado *botón rojo* que es la pauta para que explote armamento ruso, estadounidense, francés, chino, etc. estratégicamente colocado en el globo terráqueo. La respuesta es muy fácil y trágica; corremos el riesgo de morir o ser infectados por las radiaciones, ya que hasta que esas armas no sean erradicadas en su totalidad, no podemos cantar victoria de que no sean utilizadas.

### 1.5.1. Las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki

El caso más elocuente registrado en la historia del uso beligerante de la Energía Atómica, son las bombas arrojadas sobre Hiroshima y Nagasaki, Japón, al finalizar la Segunda Guerra Mundial en 1945.

“La primera bomba -el niño-, con un diámetro de 0.71 metros, una longitud de 3 metros, un peso de 4,000 kilogramos y un poder explosivo equivalente a 20 mil toneladas de *nitroglicerina*; fue arrojada sobre Hiroshima, Japón, el 6 de agosto de 1945 a las 8:15 a.m., por los Estados Unidos”<sup>8</sup>.

Hiroshima -cuyo significado en japonés es isla amplia- fue la primer ciudad en ser destruida por una bomba atómica. Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial era la séptima ciudad de Japón. Durante la guerra fue base regional del ejército, importante centro férreo, viario y productor de material bélico. Después del bombardeo, casi 98 por ciento de sus edificios quedaron destruidos o seriamente averiados. Sin embargo, a los pocos meses los servicios eléctricos y de transporte fueron reanudados y la flora comenzó a crecer.

---

<sup>8</sup> REUTER, *El Heraldo de México*, Hiroshima y Nagasaki: Bombas atómicas, Año XXX, No. 10708, México, D.F., 6 de agosto de 1995. p. 1.

“El saldo inicial de muertos fue de 71 mil, aumentando a 200 mil en los cinco años siguientes, por exposición directa. Los sobrevivientes aún mueren de leucemia, anemia perniciosa y otras enfermedades causadas por la radiación”.

“El avión que tuvo la capacidad de transportar la primera bomba atómica, fue el conocido como Superfortaleza boeing B-29. El bombardero más grande de la Segunda Guerra Mundial. Diseñado para volar sin carga a 640 km/h., lograr estabilidad a 9,100 m. y transportar una bomba de 900 kg. sobre 8 mil km”<sup>9</sup>.

Actualmente, Hiroshima es una de las ciudades más importantes y modernas de Japón. Sus principales industrias están dedicadas a: el hierro, el acero, los automotores, tractores, barcos, maquinaria, agujas para coser, papel, textiles y productos alimenticios.

“La segunda bomba -hombre gordo- con un diámetro de 1.52 m., una longitud de 3.2m. y un costo de 25 millones de dólares; fue arrojada sobre Nagasaki, Japón, el 9 de agosto de 1945 por las fuerzas estadounidenses”.

“*Hombre Gordo* se lanzó sobre Nagasaki a las 11:01 a.m., matando a 73,844 personas inicialmente y a otras 30 mil que mueren por enfermedades relacionadas. El 47% de la ciudad quedó destruida”<sup>10</sup>.

## 1.5.2. El accidente de Chernobyl

Una gran lección para extremar seguridad en materia nuclear, lo ha sido el accidente más serio de la historia atómica mundial; es decir, el accidente ocurrido el 26 de abril de 1986 en la unidad 4 de la planta de poder nuclear en la antigua República de Ucrania, de la ex Unión República Socialista Soviética.

---

<sup>9</sup> ídem. p.1

<sup>10</sup> ídem. p.1

El accidente se debió a un experimento de ingeniería eléctrica, que se estaba realizando en la planta nuclear de Chernobyl. El propósito era utilizar la turbina del reactor (ver *fig. 9*) y un generador eléctrico para hacer funcionar bombas de agua, en caso de verse interrumpida la electricidad de la localidad.

El problema fue el resultado de la negligencia de los operadores, ya que por querer hacer que trabajara a su máximo, le quitaron las barras de control, originando una aceleración de la *reacción en cadena* y aumentando por ello su temperatura a más de cien veces el valor para el cual se había diseñado. El aumento de la temperatura trajo como consecuencia que se derritieran los reactores; así como una grave explosión, comparada a la que puede llegar a ocasionar una caldera, un horno o una olla exprés, nada más que de un tamaño mucho mayor y con la liberación de partículas radiactivas.

Los efectos primarios del accidente fueron recibidos principalmente por los trabajadores de la planta, voluntarios que ayudaban en el desastre, bomberos y personal militar, los cuales sumaron 237 muertos.

Aproximadamente 200,000 personas trabajaron en la región de Chernobyl durante el periodo 1986-1987, cuando la exposición de radiación se encontraba a su máximo. No obstante fue entre 600,000 y 800,000 el total de las personas que estuvieron involucradas en actividades de trabajo relacionadas con los desastres de la explosión y sus consecuencias. Estas cifras incluyen a gente que participó en la limpieza de los estragos, la construcción de sarcófagos, la descontaminación de carreteras, la destrucción y entierro de estructuras y personas contaminadas y la reforestación.

“Dentro de la gente que no murió en el instante del accidente, pero que pereció tiempo después por enfermedades como el cáncer -principal enfermedad relacionada con la radiación- se encuentran alrededor de 870,000 personas y se prevé que otras 6,600 tengan el mismo fin en los próximos 85 años”<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> EC, IAEA, WHO, One Decade after Chernobyl, Summing up the Consequences of the Accident, International Conference, 8-12 April 1996, p. 2.

Es importante aclarar que los números anteriormente expuestos sólo son una aproximación de un estudio realizado por la Organización Internacional de Energía Atómica, la Organización Mundial de la Salud y organismos dependientes de la Unión Europea; ya que en el lugar, hoy en día aún nacen niños muertos, sin cerebro o con algunas malformaciones; sin dejar de lado que las personas que contrajeron cáncer en ese entonces, lo heredan a sus descendientes.

### 1.5.3. Los ensayos nucleares y sus consecuencias

Se entiende por ensayos nucleares a todas aquellas actividades que sirven para demostrar la efectividad de algún diseño de un artefacto con poderes nucleares.

Todos los ensayos que se han dado desde el descubrimiento de la fuerza atómica, han sido de carácter bélico. Es por ello que eso haya generado una gran polémica y atemorización a nivel mundial.

Para darnos una idea de las consecuencias que pueden traer los ensayos nucleares y a fin de que esta tesis no se extienda mucho; mencionaremos sólo un ejemplo de los mismos, es decir que haremos referencia del acto más significativo en su genero y que además creó un número muy significativo de víctimas. Estamos hablando del primer ensayo o ensayo del niño, mejor conocido como la primera bomba atómica en ser detonada en el planeta.

El niño -como ya dijimos en el apartado 1.5.1.- fue el explosivo atómico lanzado sobre Hiroshima, Japón el 6 de agosto de 1945, causando daños nunca antes imaginados. Este explosivo sirvió para demostrar la capacidad destructifera de una bomba atómica convencional, así como sus efectos en una zona altamente poblada.

### **1.5.3.1. La crítica de la Comunidad Internacional para con los ensayos nucleares**

Por el ejemplo anteriormente expuesto de los ensayos nucleares, podemos darnos una idea de lo malo que pueden llegar a ser, no obstante de que su gravedad depende de los lugares en donde se apliquen. Es por ello que la Comunidad Internacional los critican muy seriamente, así como a todos aquellos países que los practican.

Antes de que exista el ensayo nuclear de alguna bomba es necesario que esta sea fabricada, lo cual resulta un tanto complicado, como lo veremos en el siguiente capítulo; ya que la Organización Internacional de Energía Atómica así como todos sus países miembros luchan sólo por el uso de la Energía Atómica con fines pacíficos, estando en contra de la proliferación de armas nucleares. Asimismo, existen grupos humanistas, religiosos y sociales que se manifiestan de diferentes formas según sus condiciones.

Como lo hemos visto a lo largo de este estudio, la presente investigación de tesis ha tenido para su demostración y entendimiento, el manejo de los ejemplos, no siendo este apartado la excepción. El último caso registrado de ensayos nucleares fue el realizado por Francia durante los años de 1995 y 1996. La crítica mundial por esos actos no tuvo límites, ya que mandatarios de todo el mundo, así como grupos de todo tipo se manifestaron según sus posibilidades. Por una parte, los distintos presidentes y mandatarios así como el Papa y directivos de Organismos Internacionales como la ONU, lo condenaron públicamente como un atentado a la humanidad; mientras tanto, en las embajadas francesas de diversas partes del planeta, grupos de personas se aglutinaron para exigir que no se siguiera con estos eventos.

El 10 de agosto de 1995, Charles Millon, ministro de Defensa de Francia, informó que su gobierno respaldará la prohibición de todas las pruebas nucleares, después de que haya completado su serie que tenían prevista para 1995 y 1996.

El 5 de septiembre de 1995, Million anuncia que se ha detonado un aparato nuclear en el

*Atolón de Mururoa*, en el Pacífico Sur, la primera de una serie de pruebas. Esta decisión provocó una gran cantidad de protestas en todo el mundo; dentro de las más graves Nueva Zelanda y Chile retiran a sus embajadas de París y el Foro del Pacífico Sur suspende relaciones oficiales con Francia.

El 27 de enero de 1996, tras detonar el sexto aparato nuclear en el Pacífico Sur, el presidente de Francia, Jaques Chirac, anuncia que no habrá más pruebas en los *Atolones de Mururoa y Fangatoufa*.

Ahora la pregunta es: ¿Para qué hacer un ensayo nuclear?, la respuesta que muchos especialistas dan es: para demostrar el poderío que tiene alguna nación, a fin de intimidar a sus contrapartes en todo el mundo; o bien para "hacerse ganar el respeto de cualquier potencia". Desde mi punto de vista esto es muy relativo, porque sólo origina que haya más potencial beligerante que tiene como fin la destrucción; y como ya mencionamos, mientras esto exista, no tenemos la certeza de que en cualquier momento no pueda ser utilizado y nos haga volar en pedazos.

## **CAPÍTULO II**

### **REGLAMENTACIÓN DE LA FUERZA ATÓMICA MEDIANTE EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (OIEA)**

El organismo internacional más importante que se encarga de la reglamentación de la Fuerza Nuclear es el Organismo Internacional de Energía Atómica o Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA/AIEA respectivamente), dependiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Es por ello que el presente capítulo está dedicado a su surgimiento, estructura, y reglamentación para el uso de este tipo de fuerza, así como sus objetivos y funciones.

## 2.1. Surgimiento de la OIEA

Los efectos que causaron las dos primeras bombas nucleares en hacer detonación en el mundo (1945) también tuvieron repercusiones en la Organización de las Naciones Unidas (ONU), ya que este organismo se proclamó porque la fuerza atómica se utilizara con fines pacíficos y no beligerantes, como ocurrió en Hiroshima y Nagasaki, Japón. La ONU se basaba en la tesis de que la supervivencia de la humanidad estaba en juego.

El primer acontecimiento en contra de la fuerza atómica con fines destructivos tuvo lugar el 15 de noviembre de 1945, cuando el presidente de los Estados Unidos, Harry S. Truman, el primer ministro de Reino Unido C.R. Attlee y el primer ministro de Canadá W. L. Mackenzie King, se reunieron para firmar la Declaración de Washington 1945, sobre una acción internacional <<para impedir el uso de la Energía Nuclear con fines destructivos>> y <<para fomentar el uso de la Energía atómica con fines pacíficos y humanitarios>>. Los signatarios representaban la opinión de que para estos fines debería crearse lo más pronto posible una Comisión de Energía Nuclear dependiente de la ONU para formular recomendaciones. En la resolución 1/1 de la Asamblea General de la ONU se acordó la formación de dicha Comisión.

La Comisión de Energía Nuclear de la Organización de las Naciones Unidas se enfrentó a toda una serie de problemáticas; ya que por un lado en junio de 1946, los Estados Unidos propusieron la creación de una autoridad del desarrollo atómico para controlar la producción de uranio y su uso en el mundo, a lo cual la URSS se declaró en contra por considerar que los Estados Unidos querían tener el monopolio mundial en el sector; y por el otro el 4 de junio de 1946 la URSS propuso la creación de una Convención Internacional sobre la prohibición de la fabricación de bombas atómicas, y la destrucción de las existentes en un lapso de 90 días. Los Estados Unidos rehusaron la propuesta.

Durante todas estas desconfianzas y fricciones entre la URSS y los Estados Unidos, en 1949 los sismógrafos de la ONU registraron una explosión soviética, seguida de la de Reino Unido en 1952, la de Francia en 1960 y la de China Popular en 1964. Creándose así una carrera armamentista sin precedentes.

Al respecto la ONU se apostó por la no proliferación de armas atómicas, la desnuclearización de diferentes zonas del mundo, el desarme general y universal; así como la revisión de las posibilidades del uso pacífico de la Energía Nuclear para el desarrollo económico del mundo.

Por tantos problemas y a fin de evitar un desastre mayor, en el año de 1957 se estableció una Conferencias de 81 naciones a fin de crear la Organización Internacional de Energía Atómica. El convenio entró en vigor el 29 de diciembre de 1957. Su sede se encuentra desde entonces en Viena Austria.

### 2.1.1. Objetivos de la OIEA

De acuerdo con el Estatuto de la OIEA, la organización tiene por objeto procurar la aceleración y el aumento de la contribución de la Energía Atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. En la medida que le sea posible se asegurará que la asistencia que preste, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares.

### 2.1.2. Funciones de la OIEA

El artículo III del Estatuto de la OIEA señala cuáles son las funciones del organismo. A lo cual dice:

A. El Organismo está autorizado:

1. A fomentar y facilitar en el mundo entero la investigación, el desarrollo y la aplicación

práctica de la Energía Atómica con fines pacíficos; y, cuando se le solicite, a actuar como intermediario para obtener que un miembro del Organismo preste servicios o suministre materiales, equipo o instalaciones a otro; y a realizar cualquier operación o servicio que sea de utilidad para la investigación, el desarrollo o la aplicación práctica de la Energía Atómica con fines pacíficos;

2. A proveer, en conformidad con el Estatuto, los materiales, servicios, equipo e instalaciones necesarias para la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la Energía Atómica con fines pacíficos, inclusive la producción de energía eléctrica, tomando debidamente en cuenta las necesidades de las regiones insuficientemente desarrolladas del mundo;
3. A alentar el intercambio de información científica y técnica en materia de utilización de la Energía Atómica con fines pacíficos;
4. A fomentar el intercambio y la formación de hombres de ciencia y expertos en el campo de la utilización pacífica de la Energía Atómica;
5. A establecer y aplicar salvaguardias destinadas a asegurar que los materiales fisionables especiales y otros, así como los servicios, equipo, instalaciones e información suministrada por el Organismo, o a petición suya, o bajo su dirección o control, no sean utilizados de modo que contribuyan a fines militares; y a hacer extensiva la aplicación de esas salvaguardias, a petición de las Partes, a cualquier arreglo bilateral o multilateral, o a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la Energía Atómica;
6. A establecer o adoptar, en consulta, y cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo del peligro para la vida y la propiedad (inclusive normas de seguridad sobre las condiciones de trabajo), y proveer a la aplicación de estas normas a sus propias operaciones, así como a las operaciones en las que se utilicen los materiales, servicios, equipo, instalaciones e información suministrados por el Organismo, o a petición suya o bajo su control o

dirección; y a proveer a la aplicación de estas normas, a petición de las Partes, a las operaciones que se efectúen en virtud de cualquier arreglo bilateral o multilateral, o, a petición de un Estado, a cualquiera de las actividades de ese Estado en el campo de la Energía Atómica;

7. A adquirir o establecer cualesquiera instalaciones, establecimientos y equipo útiles para el ejercicio de sus funciones autorizadas, siempre que las instalaciones, los establecimientos y el equipo que de otro modo estén a disposición del Organismo en la región de que se trate sean inadecuados o sólo pueda disponerse de ellos en condiciones que el Organismo no considere satisfactorias.

B. En el ejercicio de sus funciones, el Organismo:

1. Actuará de acuerdo con los propósitos y principios de las Naciones Unidas, para fomentar la paz y la cooperación internacional, en conformidad con la política de las Naciones Unidas encaminada a lograr el desarme mundial con las debidas salvaguardas, y en conformidad con todo acuerdo internacional concertado en aplicación de dicha política;
2. Establecerá un control sobre la utilización de los materiales fisionables especiales que reciba el Organismo, con objeto de asegurar que dichos materiales se utilicen solamente con fines pacíficos;
3. Distribuirá los recursos de que disponga de modo que garantice su utilización eficaz y que permita obtener el mayor beneficio general posible en todas las regiones del mundo, tomando en consideración las necesidades especiales de las regiones insuficientemente desarrolladas del mundo;
4. Presentará informes sobre sus actividades anualmente a la Asamblea General de las Naciones Unidas y, cuando corresponda, al Consejo de Seguridad; si en relación con las actividades del Organismo se suscitaren cuestiones que sean de la competencia del Consejo de Seguridad, el Organismo las notificará a este último, como órgano al que corresponde la responsabilidad primordial de mantener la paz y la seguridad internacionales;

5. Presentará informes al Consejo Económico y Social y a otros órganos de las Naciones Unidas sobre aquellos asuntos que sean de la competencia de estos órganos.

C. En el ejercicio de sus funciones, el Organismo no subordinará la prestación de asistencia a sus miembros a condiciones políticas, económicas, militares o de otro orden que sean incompatibles con las disposiciones del Estatuto.

D. Con sujeción a las disposiciones del Estatuto y a las de los acuerdos que en conformidad con el mismo se concierten entre un Estado o un grupo de Estados y el Organismo, éste ejercerá sus actividades con el debido respeto por los derechos soberanos de los Estados.

### 2.1.3. Estructura de la OIEA

La Organización Internacional de Energía Atómica está estructurada por la Conferencia General, que se realiza cada año y de la cual son parte todos los miembros de la Agencia; y por la Junta de Gobernadores, constituida por 35 miembros que se reúnen cinco veces al año. Ellos son los encargados de fijar el presupuesto de trabajo y el presupuesto del organismo.

Dentro del cuerpo administrativo del Organismo, el Director General es el funcionario de mayor rango. Dicho cargo encabeza todo lo relacionado con labores administrativas, instancia a través de la cual se cumplen las funciones establecidas por el Estatuto de la OIEA.

Uno de los cargos más importantes dentro del cuerpo administrativo de la OIEA es el Secretario General, el cual se organiza en cinco departamentos, los cuales son:

- Departamento de Energía y Seguridad Nucleares
- Departamento de Salvaguardias

- Departamento de Investigación e Isótopos
- Departamento de Cooperación Técnica
- Departamento de Administración

*Departamento de Administración:* incluye las actividades de relaciones exteriores, asuntos jurídicos, presupuesto y finanzas, servicios generales, contratación de personal y asuntos laborales, traducción, información pública y publicaciones.

*Departamento de Energía Nuclear:* se ocupa de la tecnología para la generación de energía nucleoelectrónica; del ciclo del combustible nuclear; de los aspectos técnicos de la gestión de desechos radiactivos; y de la información científica y técnica.

*Departamento de Seguridad Nuclear:* se ocupa de la seguridad nuclear y radiológica y de la seguridad de la gestión de desechos radiactivos.

*Departamento de Investigación e Isótopos:* se ocupa de las ciencias físicas y químicas y de la salud humana. Este Departamento administra también al Laboratorio de Seibersdorf (cerca de Viena), el Laboratorio del Medio Ambiente Marino, en Monaco, y es sede de la División Conjunta OIEA/FAO sobre Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura. La FAO es la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El OIEA colabora además con la UNESCO en el sostenimiento del Centro Internacional de Física Teórica, en Trieste, Italia.

Los Departamentos de Energía Nuclear, de Seguridad Nuclear y de Investigaciones e Isótopos realizan una serie de actividades técnicas en las áreas de su competencia, tales como la organización de reuniones científicas, preparación de las memorias de dichas reuniones, preparación de manuales, informes técnicos y códigos de práctica, elaboración y mantenimiento de bancos de datos y adjudicación y seguimiento de contratos de investigación. El OIEA también actúa como una editorial científica importante a nivel mundial y publica entre 60 y 80 títulos al año. Estos dos Departamentos dan al Departamento de Cooperación Técnica y, en menor grado, al Departamento de Salvaguardias, el apoyo técnico que requieren.

*Departamento de Salvaguardias:* su misión es verificar que los materiales nucleares destinados a los programas nucleares de carácter civil en el territorio de cada Estado que ha suscrito un acuerdo de salvaguardias no se desvien para armas nucleares u otros artefactos explosivos nucleares. Debido a que sus actividades son altamente especializadas y de naturaleza confidencial, el Departamento de Salvaguardias opera en gran medida en forma autónoma, sobre todo en los aspectos técnicos.

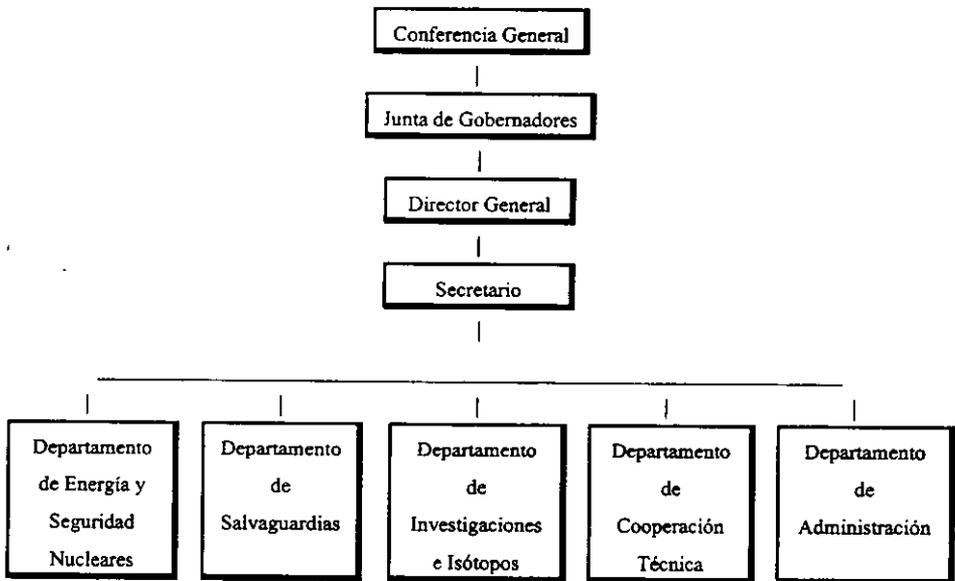
*Departamento de Cooperación Técnica:* coordina todos los aspectos de la cooperación técnica que el Organismo brinda a los Estados Miembros, incluyendo las misiones de expertos, becas cursos y suministro de equipo.

Dentro del Departamento de Cooperación Técnica se tiene una División de Programas de Cooperación Técnica con cinco Secciones para dar atención a cinco áreas geográficas: África, América Latina, Asia Occidental, Asia y Pacífico y Europa. A su vez, cada Sección tiene Oficiales de Area que se ocupan de dar seguimiento a los asuntos de cada país.

Dentro de la Sección de América Latina se tiene una Coordinación de Proyectos Regionales en el marco del Proyecto ARCAL (Acuerdos regionales cooperativos para la promoción de la ciencia y la tecnología nucleares en América Latina) que se basa en el concepto de colaboración entre los países participantes. El ARCAL cuenta en la actualidad con 18 países participantes, entre ellos México, y los proyectos desarrollados bajo sus auspicios se ajustan a los intereses regionales en materia de aplicaciones básicas de técnicas nucleares, investigación, técnicas de producción de isótopos y técnicas analíticas, o con respecto a la aplicación de técnicas seleccionadas en esferas específicas tales como la agricultura y la medicina.

El Departamento de Cooperación Técnica tiene además una División de Ejecución de la Cooperación Técnica con cuatro Secciones que se ocupan de becas y entrenamiento, cursos, expertos y adquisiciones, respectivamente.

### 2.1.3.1. Organigrama de la OIEA



### 2.1.3.2. Servicios e instalaciones de la OIEA

Conforme al Estatuto de la OIEA, los miembros podrán poner a disposición del Organismo los servicios, equipo e instalaciones que puedan contribuir al cumplimiento de los beneficios y funciones del Organismo.

Por su parte, la dirección de la AIEA es: Wagramerstrasse 5, P. O. Box 100, A-1400 Viena Austria.

Teléfono: (43-1) 23 60

(43 222) 2 36 00

Fax: (43-1) 23 45 64

(43 222) 2 34 564

## 2.1.4. Miembros de la OIEA

El Estatuto de la OIEA en su artículo V establece que los miembros iniciales de la OIEA son los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas o de cualquiera de los organismos especializados que hayan firmado el Estatuto dentro de los noventa días siguientes a la fecha en que se abrió a la firma y se haya depositado un instrumento de ratificación.

Asimismo, son también miembros del Organismo los Estados, sean o no miembros de las Naciones Unidas o de cualquiera de los organismos especializados, que depositen un instrumento de aceptación del Estatuto después que la Conferencia General, por recomendación de la Junta de Gobernadores, haya aprobado su admisión como miembros. Para recomendar y aprobar la admisión de un Estado como miembro, la Junta de Gobernadores y la Conferencia General habrán de determinar que el Estado está capacitado para cumplir las obligaciones inherentes a la calidad de miembro del Organismo y se halla dispuesto a hacerlo, tomando debidamente en consideración su capacidad y deseo de actuar de conformidad con los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas.

El Organismo al igual que las Naciones Unidas estará basado en el principio de la igualdad soberana de todos sus miembros, y a fin de asegurar a todos ellos los derechos y beneficios resultantes de la condición de miembro, todos cumplirán de buena fe las obligaciones contraídas por ellos de conformidad con el Estatuto.

### **2.1.4.1. Conferencia General de la OIEA**

La Conferencia General de la OIEA está compuesta por representantes de todos sus miembros, los cuales celebran un periodo de sesiones anual. Salvo que la Conferencia General decida otra cosa, los periodos de sesiones serán celebrados en la sede del Organismo.

En dichos periodos de sesiones cada miembro estará representado por un delegado al que podrán acompañar suplentes y consejeros. Los gastos que ocasione la asistencia de una delegación serán sufragados por el miembro interesado.

Al comienzo de cada periodo de sesiones, la Conferencia General elegirá a su Presidente y a los demás miembros de su Mesa que sean necesarios, los cuales desempeñarán sus cargos mientras dure el periodo de sesiones. Cada miembro tendrá un voto. Las decisiones serán tomadas por mayoría de dos tercios de los votos de los miembros presentes y votantes.

La Conferencia General podrá discutir cualesquiera cuestiones o asuntos de interés para el Organismo, o que se refieran a los poderes y funciones de cualquier órgano previsto en el Estatuto, y podrá dirigir recomendaciones a los miembros del Organismo, a la Junta de Gobernadores o a unos y a otra, sobre cualesquiera de dichas cuestiones o asuntos.

Dentro de las funciones que el Estatuto señala en su artículo IV para la Conferencia General, se encuentran:

1. Elegir a los miembros de la Junta de Gobernadores
2. Aprobar la admisión de nuevos miembros
3. Suspender los privilegios y derechos de un miembro

4. Examinar el informe anual de la Junta de Gobernadores
5. Aprobar el presupuesto del Organismo recomendado por la Junta o lo devolverá a ésta, con sus recomendaciones sobre la totalidad o partes de él, para que vuelva a ser presentado a la Conferencia General
6. Aprobar los informes que hayan de presentarse a las Naciones Unidas en conformidad con el acuerdo que fije las relaciones entre el Organismo y las Naciones Unidas, o los devolverá a la Junta con sus recomendaciones
7. Aprobar todos los acuerdos entre el Organismo y las Naciones Unidas y otras organizaciones, o los devolverá a la Junta con sus recomendaciones para que vuelvan a ser presentados a la Conferencia General
8. Aprobar reglas y limitaciones en lo que respecta a la facultad de la Junta para controlar préstamos; aprobará reglas relativas a la aceptación de contribuciones voluntarias al Organismo; y aprobará la forma en que se podrá utilizar el fondo general.
9. Aprobar toda reforma del Estatuto
10. Aprobar el nombramiento del Director General del Organismo.

Dentro de las facultades que tiene la AIEA se encuentran:

1. Tomar decisiones sobre cualquier asunto que expresamente le remita la Junta para este fin;
2. Proponer a la Junta el examen de cualquier asunto y pedirle que informe sobre cualquier asunto relacionado con las funciones del Organismo;

### **2.1.5.2. Reuniones extraordinarias**

Los periodos extraordinarios de sesiones de la Conferencia General de la Agencia Internacional de Energía Atómica serán convocados por el Director General a solicitud de la Junta de Gobernadores o de una mayoría de los miembros. Dichas reuniones serán requeridas cuando se necesite abordar algún tema de importancia que no pueda esperar a una reunión ordinaria.

### **2.1.5. Junta de Gobernadores de la OIEA**

En el artículo VI, párrafo A del Estatuto de la OIEA se establece que la Junta de Gobernadores se integrará de la siguiente manera:

1. La Junta de Gobernadores saliente designará para formar parte de la Junta a los diez miembros más adelantados en la tecnología de la Energía Atómica, inclusive la producción de materiales básicos, y al miembro más adelantado en la tecnología de la Energía Atómica, inclusive la producción de materiales básicos, en cada una de las siguientes regiones en las que no esté situado ninguno de los diez miembros antes mencionados:

- 1) América del Norte
- 2) América Latina
- 3) Europa Occidental
- 4) Europa Oriental
- 5) África
- 6) Oriente Medio y Asia Meridional
- 7) Sudeste de Asia y el Pacífico
- 8) Lejano Oriente

2. La Conferencia General eligirá para que formen parte de la Junta de Gobernadores:

- a) Veinte miembros, atendiendo debidamente a la equitativa representación en la Junta, en su conjunto, de los miembros de las regiones que se encuentran en el apartado 1 del párrafo A del presente artículo, a fin de que la Junta incluya siempre en esta categoría a cinco representantes de la región de América Latina, a cuatro representantes de la región de Europa Occidental, a tres representantes de la región de Europa Oriental, a cuatro representantes de la región de África, a dos representantes de la región del Oriente Medio y Asia Meridional, a un representante de la región del Sudeste de Asia y el Pacífico, y a un representante de la región del Lejano Oriente. Ningún miembro de esta categoría podrá, al terminar su mandato, ser reelegido en la misma categoría para el siguiente período de funciones;
- b) Un miembro más de entre los pertenecientes a las siguientes regiones:

Oriente Medio y Asia meridional  
Sudeste de Asia y el Pacífico  
Lejano Oriente;

- c) Un miembro más de entre los pertenecientes a las regiones siguientes:

África  
Oriente Medio y Asia meridional  
Sudeste de Asia y el Pacífico.

B. Las designaciones previstas en el apartado 1 del párrafo A del presente artículo se harán a más tardar sesenta días antes de la fecha de apertura de cada período ordinario de sesiones anual de la Conferencia General. Las elecciones previstas en el apartado 2 del párrafo A de este artículo se efectuarán en el curso de los períodos ordinarios de sesiones anuales de la Conferencia General.

C. Los miembros representados en la Junta de Gobernadores de conformidad con el apartado 1 del párrafo A de este artículo ejercerán sus funciones desde el fin del período ordinario de sesiones anual de la Conferencia General que siga a su designación, hasta el fin del siguiente período ordinario de sesiones anual de la Conferencia General.

D. Los miembros representados en la Junta de Gobernadores de conformidad con el apartado 2 del párrafo A de este artículo ejercerán sus funciones desde el fin del período ordinario de sesiones anual de la Conferencia General en el curso del cual hayan sido elegidos hasta el fin del segundo período ordinario de sesiones anual de la Conferencia General posterior a aquél.

E. Cada miembro de la Junta de Gobernadores tendrá un voto. Las decisiones sobre el monto del presupuesto del Organismo deberán tomarse por mayoría de dos tercios de los miembros presentes y votantes. Las decisiones sobre otras cuestiones, incluso la determinación de cuestiones adicionales o categorías adicionales de cuestiones que deban resolverse por mayoría de los miembros presentes y votantes. Constituirán quórum dos tercios de los miembros de la Junta.

F. La Junta de Gobernadores tendrá atribuciones para desempeñar las funciones del Organismo en conformidad con el Estatuto, con sujeción a su responsabilidad ante la Conferencia General conforme a lo previsto en el presente Estatuto.

G. La Junta de Gobernadores se reunirá en las fechas que determine. Salvo que la Junta decida otra cosa, sus reuniones se celebrarán en la sede del Organismo.

H. La Junta de Gobernadores elegirá entre sus miembros el Presidente y demás integrantes de su Mesa y, con sujeción a las disposiciones del Estatuto, adoptará su propio reglamento.

I. La Junta de Gobernadores podrá crear los comités que juzgue convenientes. La Junta podrá nombrar personas que le representen en sus relaciones con otras organizaciones.

J. La Junta de Gobernadores preparará para la Conferencia General un informe anual sobre los asuntos del Organismo, así como sobre cualesquier proyecto aprobados por éste. La

Junta preparará igualmente, para su presentación a la Conferencia General, los informes que el Organismo esté o pueda estar llamado a dirigir a las Naciones Unidas o a cualquier otra organización cuya labor tenga afinidad con la del Organismo. Estos informes, junto con los informes anuales, serán presentados a los miembros del Organismo por lo menos un mes antes de la fecha de apertura del período ordinario de sesiones anual de la Conferencia General.

### 2.1.6. Personal de la OIEA

En el artículo VII del Estatuto de la OIEA se habla del personal que conformará a la Organización Internacional de Energía Atómica. A lo cual señala:

A. Al frente del personal del Organismo habrá un Director General. Este será nombrado por la Junta de Gobernadores, con la aprobación de la Conferencia General, por un período de cuatro años. El Director General será el más alto funcionario administrativo del Organismo.

B. El Director tendrá a su cargo el nombramiento y la organización del personal, dirigirá las actividades del mismo y estará bajo la autoridad y fiscalización de la Junta de Gobernadores. En el ejercicio de sus funciones se ajustará a la reglamentación que adopte la Junta.

C. El personal comprenderá los especialistas en cuestiones científicas técnicas y demás funcionarios calificados que sean necesarios para cumplir los objetivos y las funciones del Organismo. Este se guiará por el principio de mantener un mínimo de personal permanente.

D. La consideración primordial que se tendrá en cuenta al contratar y nombrar al personal y al determinar las condiciones del servicio deberá ser la de contar con personal del más alto grado de eficiencia, competencia técnica e integridad. Con sujeción a esta consideración, se tendrán debidamente en cuenta las contribuciones de los miembros al Organismo y la

importancia de contratar al personal en forma de que haya la más amplia representación geográfica posible.

E. Las condiciones de nombramiento, remuneración y separación del personal se ajustarán a la reglamentación que dice la Junta de Gobernadores con sujeción a las disposiciones del Estatuto y a las reglas generales que haya aprobado la Conferencia General a recomendación de la Junta.

F. En el cumplimiento de sus deberes, el director General y el personal no solicitarán ni recibirán instrucciones de ninguna procedencia ajena al Organismo, y se abstendrán de actuar en forma alguna que sea incompatible con su condición de funcionarios del mismo; con sujeción a sus responsabilidades para el Organismo, no revelarán ningún secreto de fabricación ni ningún otro dato confidencial que llegue a su conocimiento en virtud del desempeño de sus funciones oficiales en el Organismo. Cada uno de los miembros se compromete a respetar el carácter internacional de las funciones del Director General y del personal, y a no tratar de influir sobre ellos en el desempeño de sus funciones.

G. En el presente artículo, el termino <<personal>> comprende a los guardas.

### 2.1.7. Intercambio de información y de materiales entre el Organismo y sus miembros

Conforme al artículo VIII del Estatuto, dedicado a intercambio de información, se tiene lo siguiente:

A. Convendrá que cada miembro ponga a disposición del Organismo toda la información que a su juicio pueda ser de utilidad para éste.

B. Cada miembro deberá poner a disposición del Organismo toda la información científica que obtenga como consecuencia de la asistencia prestada por este último.

C. El Organismo reunirá y facilitará en forma accesible la información que haya sido proporcionada en virtud de los párrafos A y B de este artículo. Adoptará medidas positivas para fomentar entre sus miembros el intercambio de información relacionada con la naturaleza de la Energía Atómica y su utilización con fines pacíficos, y servirá de intermediario para ello entre sus miembros.

En cuanto a suministro de materiales, el artículo IX establece lo siguiente:

A. Los miembros podrán poner a disposición del Organismo, en las condiciones que con él se convengan, las cantidades de materiales fisiónables especiales que estimen convenientes. Los materiales puestos a disposición del Organismo podrán, a discreción del miembro que los proporcione, ser almacenados por el miembro interesado o, con el asentimiento del Organismo, en los depósitos de este último.

B. Los miembros podrán también poner a disposición del Organismo materiales básicos y otros materiales. La Junta de Gobernadores determinará las cantidades de dichos materiales que el Organismo aceptará.

C. Cada miembro notificará al Organismo las cantidades, forma y composición de los materiales fisiónables especiales, materiales básicos y demás materiales que, en conformidad con sus propias leyes, esté dispuesto a proporcionar inmediatamente o en el curso de un período señalado por la Junta de Gobernadores.

D. A solicitud del Organismo, un miembro deberá proceder a entregar sin demora a otro miembro o a un grupo de miembros, de los materiales que haya puesto a disposición del Organismo, las cantidades que éste especifique, y entregará sin demora al propio Organismo las cantidades de dichos materiales que sean realmente necesarias para el funcionamiento de las instalaciones del Organismo y para efectuar en ellas trabajos de investigación científica.

E. Las cantidades, forma y composición de los materiales puestos a disposición del Organismo por cualquier miembro podrán ser modificadas en cualquier momento por él mismo con aprobación de la Junta de Gobernadores.

F. Dentro de los tres meses siguientes a la fecha de entrada en vigor del presente Estatuto con respecto a un miembro, éste cursará una primera notificación conforme al párrafo C del presente artículo. Salvo decisión en contrario de la Junta de Gobernadores, la aportación inicial de materiales puestos a disposición del Organismo corresponderá al período del año civil siguiente al año en que el Estatuto haya entrado en vigor con respecto al miembro interesado. Análogamente, salvo decisión en contrario de la Junta, toda notificación posterior corresponderá al período del año civil siguiente al de la notificación y deberá hacerse a más tardar el 1º de noviembre de cada año.

G. El Organismo determinará el lugar y el modo de entrega y, cuando corresponda, la forma y composición de los materiales cuya entrega haya solicitado a un miembro sobre las cantidades que dicho miembro haya declarado estar dispuesto a proporcionar. Además, el Organismo deberá verificar las cantidades de materiales entregadas y dará cuenta periódicamente de ellas a los miembros.

H. El Organismo será responsable del almacenamiento y la protección de los materiales en su poder. El Organismo deberá asegurarse de que dichos materiales estén a salvo: 1) de la intemperie, 2) de todo traslado o uso indebidos, 3) de daño o destrucción, incluso de actos de sabotaje, y 4) de ocupación por la fuerza. Al almacenar los materiales fisionables especiales que obren en su poder, el Organismo deberá asegurar la distribución geográfica de dichos materiales de modo que se evite la acumulación de grandes cantidades de ellos en cualquier país o región del mundo.

I. Tan pronto como sea posible, el Organismo establecerá o adquirirá aquellos de los elementos siguientes que sean necesarios:

1. Establecimientos, equipos e instalaciones para recibir, almacenar y expedir materiales;

2. Medios materiales de protección;

3. Medidas adecuadas de protección de la salud y de la seguridad;

4. Laboratorios de control para el análisis y comprobación de los materiales recibidos;

5. Alojamientos e instalaciones administrativas para el personal necesario para los fines de las disposiciones precedentes.

J. Los materiales puestos a disposición del Organismo en virtud del presente artículo se utilizarán en la forma que determine la Junta de Gobernadores. Ningún miembro tendrá derecho a exigir que los materiales que ponga a disposición del Organismo sean conservados separadamente por el Organismo, ni a especificar el proyecto a que deban ser destinados.

## 2.1.8. Proyectos del Organismo

El Estatuto en su artículo XI señala:

A. El miembro o grupo de miembros del Organismo que deseen emprender cualquier proyecto de investigación, desarrollo o aplicación práctica de la Energía Atómica con fines pacíficos podrá solicitar la asistencia del Organismo para obtener los materiales fisionables especiales y demás materiales, servicios, equipo e instalaciones necesarios a dicho fin. Toda solicitud de esta clase deberá ir acompañada de una exposición explicativa de la finalidad y magnitud del proyecto y será examinada por la Junta de Gobernadores.

B. Previa solicitud al efecto, el Organismo podrá también ayudar a un miembro o grupo de miembros en las gestiones para obtener de otras fuentes los medios financieros necesarios para la ejecución de tales proyectos. Al prestar esta asistencia, el Organismo no estará obligado a dar ninguna clase de garantías ni a asumir responsabilidad financiera alguna respecto al proyecto.

C. El Organismo podrá hacer arreglos para que uno o más miembros suministren los materiales, servicios, equipo e instalaciones necesarios para la ejecución del proyecto, o podrá encargarse de proporcionarlos directamente en su totalidad o en parte, tomando en consideración los deseos del miembro o los miembros que hagan la solicitud.

D. A los efectos de estudiar la solicitud, el Organismo podrá enviar al territorio del miembro o grupo de miembros solicitantes a una o más personas calificadas para examinar el proyecto. Para ese fin, el Organismo, previa aprobación del miembro o grupo de miembros solicitantes, podrá utilizar a sus propios funcionarios o emplear a nacionales debidamente calificados de cualquier miembro.

E. Antes de aprobar un proyecto en virtud del presente artículo, la Junta de Gobernadores considerará debidamente:

1. La utilidad del proyecto, incluso si es factible desde los puntos de vista científico y técnico;
2. La existencia de planes adecuados, de fondos suficientes y de personal técnico competente para asegurar la buena ejecución del proyecto;
3. La idoneidad de las normas de protección de la salud y de la seguridad propuestas para la manipulación y el almacenamiento de los materiales y el funcionamiento de las instalaciones;
4. La imposibilidad en que se encuentre el miembro o grupo de miembros solicitantes de obtener los medios de financiamiento, los materiales, las instalaciones, el equipo y los servicios necesarios;
5. La distribución equitativa de los materiales y otros recursos puestos a disposición del Organismo;
6. Las necesidades especiales de las regiones insuficientemente desarrolladas del mundo; y

7. Las demás cuestiones que puedan ser pertinentes.

F. Una vez aprobado un proyecto, el Organismo y el miembro o grupo de miembros que lo hayan presentado concertarán un acuerdo que deberá:

1. Prever la asignación al proyecto de todos los materiales fisionables especiales u otros materiales que sean necesarios;
2. Prever la transferencia de los materiales fisionables especiales del lugar donde estén depositados - ya se hallen bajo guarda del Organismo o bien bajo el del miembro que los haya aportado para su empleo en proyectos del Organismo - al miembro o grupo de miembros que hayan presentado el proyecto, en condiciones que garanticen la seguridad de toda la expedición necesaria y que respondan a las normas de protección de la salud y de seguridad que sean aplicables;
3. Estipular las condiciones, inclusive los precios, con arreglo a los cuales los materiales, servicios, equipo e instalaciones serán proporcionados por el Organismo y, en caso de que algunos de tales materiales, servicios, equipo e instalaciones deban ser proporcionados por un miembro, indicar las condiciones que hayan sido convenidas entre el miembro o grupo de miembros que presenten el proyecto y el miembro suministrador;
4. Contener el compromiso contraído por el miembro o grupo de miembros que presenten el proyecto, a) de que la asistencia suministrada no será utilizada de modo que contribuya a fines militares, y b) de que el proyecto estará sometido a las salvaguardias previstas en el artículo XII (próximo apartado), debiendo especificarse en el acuerdo las salvaguardias correspondientes;
5. Contener disposiciones adecuadas en lo que respecta a los derechos e intereses del Organismo y del miembro o de los miembros interesados en cualesquier inventos o descubrimientos, o en cualesquier patentes relacionadas con ellos, que resulten del proyecto;

6. Contener disposiciones adecuadas en lo que respecta a la solución de las controversias;

7. Incluir todas las demás estipulaciones que sean apropiadas.

G. Las disposiciones de este artículo se aplicarán también, cuando corresponda, a una petición de materiales, servicios, instalaciones o equipo, en relación con un proyecto en curso.

### 2.1.9. Salvaguardias del Organismo

De acuerdo con el artículo XII del Estatuto de la OIEA, las salvaguardas del Organismo son las siguientes:

A. Con respecto a cualquier proyecto del Organismo, o a otros arreglo en el cual las partes interesadas soliciten del Organismo que aplique salvaguardias, el Organismo tendrá los siguientes derechos y responsabilidades en cuanto se relacione con el proyecto o arreglo:

1. Examinar los planos de los equipos e instalaciones especializados, inclusive los reactores nucleares, y aprobarlos únicamente para asegurar que no se utilizarán de modo que contribuya a fines militares, que se ajustan a las normas de protección de la salud y de seguridad que sean aplicables, y que permitirán aplicar eficazmente las salvaguardias previstas en este artículo;

2. Exigir la observancia de cualesquier medidas de protección de la salud y de seguridad prescritas por el Organismo;

3. Exigir que se lleven y presenten los registros de las operaciones para facilitar la contabilización de los materiales básicos y los materiales fisionables especiales utilizados o producidos en el proyecto o al aplicar el arreglo;

4. Pedir y recibir informes sobre la marcha de los trabajos;

5. Aprobar los medios que habrán de emplearse para el tratamiento químico de los materiales irradiados, únicamente para asegurar que este tratamiento químico no se prestará a que se distraigan materiales con destino a fines militares y que se ajustará a las normas de protección de la salud y de seguridad que sean aplicables; exigir que los materiales fisionables especiales recuperados o producidos como productos secundarios se utilicen con fines pacíficos, bajo la salvaguardia continua del Organismo, para trabajos de investigación o en reactores, existentes o en construcción, especificados por el miembro o los miembros interesados; y exigir que se deposite en poder del Organismo todo excedente de cualesquier materiales fisionables especiales recuperados o producidos como productos secundarios por encima de las cantidades necesarias para los usos arriba indicados, con el objeto de impedir la acumulación de existencias de dichos materiales, con la salvedad de que posteriormente, y a solicitud del miembro o los miembros interesados, los materiales fisionables especiales así depositados en poder del Organismo les serán devueltos sin tardanza para su utilización en las condiciones arriba especificadas;

6. Enviar al territorio del Estado o de los Estados beneficiarios a inspectores designados por el Organismo luego de consultar con el Estado o Estados interesados; estos inspectores tendrán acceso en cualquier momento a todos los lugares, información y personas que por su profesión se ocupen de materiales, equipos o instalaciones que deban ser objeto de salvaguardias en virtud del presente artículo, según sea necesario para poder llevar la contabilidad de los materiales básicos y los materiales fisionables especiales proporcionados, así como de los productos fisionables, y para determinar si se da cumplimiento al compromiso de no utilizarlos de modo que contribuyan a fines militares, teniendo injerencia en medidas de protección a la salud y seguridad a que se refiere el apartado 2 del párrafo A del presente artículo, así como cualesquiera otras condiciones prescritas en el acuerdo concretado entre el Organismo y el Estado o los Estados interesados. Si el Estado interesado lo pidiera, los inspectores designados por el Organismo serán acompañados por representantes de las autoridades de ese Estado, entendiéndose que ello no deberá causar demoras a los inspectores ni entorpecer de ninguna otra manera el ejercicio de sus funciones.

7. En caso de incumplimiento, si el Estado o Estados beneficiarios no toman en un plazo razonable las medidas correctivas requeridas, el Organismo podrá suspender o dar por terminada la asistencia y retirar cualesquier materiales y equipo puestos a disposición de dicho Estado o Estados por el Organismo o por un miembro para la ejecución del proyecto.

B. El Organismo establecerá, según sea necesario, un cuerpo de inspectores. Estos inspectores estarán encargados de examinar todas las operaciones que estén a cargo del Organismo mismo, para determinar si el Organismo observa las medidas de protección de la salud y de seguridad por él prescritas para su aplicación a los proyectos sujetos a su aprobación, dirección o control, y si el Organismo toma las medidas necesarias para evitar que los materiales básicos y los materiales fisiónables especiales que estén bajo su guarda o que se usen o produzcan en el curso de sus propias operaciones, sean utilizados de modo que contribuya a fines militares. El Organismo deberá tomar inmediatamente las disposiciones oportunas para poner fin a cualquier incumplimiento o cualquier omisión de las medidas correspondientes.

C. El cuerpo de inspectores estará también encargado de obtener y verificar la contabilidad a que se refiere el apartado 6 del párrafo A de este artículo y de determinar si se da cumplimiento al compromiso a que se refiere en el apartado 2 del párrafo F del artículo XI (ver proyectos del Organismo), así como si se observan las medidas a que se refiere el apartado 2 del párrafo A de este artículo, y todas las demás condiciones que para el proyecto se prescriban en el acuerdo concertado entre el Organismo y el Estado o Estados Interesados. Los inspectores darán cuenta de todo incumplimiento al Director General, quien transmitirá la información a la Junta de Gobernadores. La Junta pedirá al Estado o a los Estados beneficiarios que procedan inmediatamente a poner fin a cualquier incumplimiento cuya existencia se compruebe. La Junta pondrá éste incumplimiento en conocimiento de todos los miembros así como del Consejo de Seguridad y de la Asamblea General de las Naciones Unidas. En caso de que el Estado o los Estados beneficiarios no tomen, dentro de un plazo razonable, todas las medidas que sean necesarias para poner fin al incumplimiento, la Junta podrá tomar una de las medidas siguientes o ambas: dar instrucciones para que se reduzca o suspenda la asistencia que preste el Organismo o un miembro, y pedir la devolución de los materiales y equipo puestos a disposición del

miembro o de los miembros beneficiarios. El Organismo podrá asimismo suspender al miembro infractor en el ejercicio de los privilegios y derechos inherentes a la calidad de miembro.

### 2.1.10. Relaciones con otras Organizaciones

En conformidad con el artículo XVI del Estatuto de la OIEA, las relaciones con otras organizaciones serán:

A. La Junta de Gobernadores, con aprobación de la Conferencia General, estará autorizada para concertar uno o más acuerdos en cuya virtud se establezcan relaciones apropiadas entre el Organismo y las Naciones Unidas y cualesquiera otras organizaciones cuya labor tenga afinidad con la del Organismo.

B. El acuerdo o acuerdos que establezcan las relaciones entre el Organismo y las Naciones Unidas deberán prever:

1. Que el Organismo presentará los informes a que se refieren los apartados 4 y 5 del párrafo B del artículo III (ver funciones);
2. Que el Organismo examinará las resoluciones relacionadas con él que apruebe la Asamblea General o uno de los Consejos de las Naciones Unidas y que, cuando se le solicite, prestará informes al órgano apropiado de las Naciones Unidas sobre las medidas tomadas por el Organismo o por sus miembros, de conformidad con el presente Estatuto, como resultado de dicho examen.

### 2.1.11. Privilegios e inmunidades de la OIEA

El artículo XV del Estatuto de la OIEA establece que los privilegios e inmunidades del Organismo son:

A. El Organismo gozará en el territorio de cada uno de sus miembros de la capacidad jurídica y de los privilegios e inmunidades que sean necesarios para el ejercicio de sus funciones.

A. Los delegados de los miembros y sus suplentes y consejeros, los miembros de la Junta de Gobernadores y sus suplentes y consejeros, así como el Director General y el personal del Organismo, gozarán de los privilegios e inmunidades necesarios para desempeñar con independencia sus funciones en relación con el Organismo.

C. La capacidad jurídica y los privilegios e inmunidades a que se refiere este artículo se definirán en uno o más acuerdos concertados por separado entre el Organismo, representado al efecto por el Director General, que procederá según instrucciones de la Junta de Gobernadores, y los miembros.

### 2.1.12. El Organismo como medio de solución de controversias

La solución de controversias por parte de la OIEA, corresponde al artículo XVII del estatuto. El cual señala:

A. Cualquier cuestión o controversia sobre interpretación o aplicación del Estatuto que no sea solucionada por medio de negociaciones, será sometida por el Organismo a la Corte Internacional de Justicia, de conformidad con el Estatuto de la Corte, a menos de que las partes interesadas convengan en algún otro medio de solución.

B. Tanto la Conferencia General como la Junta de Gobernadores estarán facultadas para solicitar de la Corte Internacional de Justicia, previa autorización de la Asamblea General de las Naciones Unidas, opiniones consultivas sobre cualesquiera cuestiones jurídicas que se planteen dentro del ámbito de las actividades del Organismo.

También, tomando en cuenta que desde 1968 la Organización Internacional de Energía Atómica asumió el control del Tratado de Tlatelolco (Tratado que entró en vigor en 1967), así como de cada uno de sus artículos, que son de conformidad con el Estatuto de la OIEA. El Tratado de Tlatelolco fue abierto para todos y cada uno de los países del mundo que quisieran asumir los derechos y obligaciones que este confiere. Recuérdese que en un principio fue creado únicamente para las naciones de América Latina.

Entre tanto, en el artículo 24 del Tratado de Tlatelolco hace referencia a la solución de controversias que se pudieran presentar, tomando como Organismo de aplicación a la OIEA, ya que como se mencionó en el párrafo anterior, es quien se encarga de su cumplimiento. Al respecto señala:

A menos que las Partes interesadas convengan en algún otro medio de solución pacífica, cualquier solución o controversia relacionada con la Energía Nuclear, que no haya sido solucionada, podrá ser sometida a la Corte Internacional de Justicia, previo el consentimiento de las Partes en controversia.

### 2.1.13. Reformas al Estatuto y retiro de miembros

En conformidad con el artículo XVIII referente a Reformas del Estatuto y retiro de miembros tenemos:

A. Todo miembro podrá proponer reformas al Estatuto. El Director General extenderá copias certificadas del texto de toda reforma que se proponga y las remitirá a todos los miembros, por lo menos noventa días antes de su consideración en la Conferencia General.

B. El quinto periodo de sesiones anual de la Conferencia General después de entrar en vigor el Estatuto, la cuestión de la revisión general de las disposiciones del Estatuto será incluida en el programa de dicho periodo de sesiones. Si lo aprueba la mayoría de los miembros presentes y votantes, la revisión tendrá lugar en el curso del siguiente periodo de sesiones de la Conferencia General. En lo sucesivo, las propuestas sobre la cuestión de una revisión general del Estatuto podrán ser sometidas a la decisión de la Conferencia General con arreglo al mismo procedimiento.

C. Las reformas entrarán en vigor para todos los miembros una vez que:

i) Hayan sido aprobadas por la Conferencia General por mayoría de dos tercios de los miembros presentes y votantes tras el examen de las observaciones que presente la Junta de Gobernadores sobre cada reforma propuesta, y

ii) Hayan sido aceptadas por dos tercios de todos los miembros, de conformidad con sus respectivos procedimientos constitucionales. La aceptación por cada uno de los miembros se efectuará mediante el depósito de un instrumento de aceptación en poder de un Gobierno depositario.

D. En cualquier momento después de transcurridos cinco años desde la fecha en que haya entrado en vigor el Estatuto, o en caso de reformas al mismo que no estuviere dispuesto a aceptar, cualquier miembro podrá retirarse del Organismo mediante notificación al efecto dirigida por escrito al gobierno depositario, el cual informará de ello sin tardanza a la Junta de Gobernadores y a todos los miembros.

E. El retiro de un miembro no modificará las obligaciones contractuales que haya asumido, ni sus obligaciones presupuestarias correspondientes al año en que se retire.

## 2.1.14. Suspensión de privilegios

En conformidad con el artículo XIX del Estatuto de la AIEA, la suspensión de privilegios en el Organismo será de la siguiente manera:

A. el miembro que esté en mora en el pago de sus cuotas financieras al Organismo no tendrá voto en el Organismo cuando la suma adeudada sea igual o superior al total de las cuotas adeudadas por los años anteriores. La Conferencia General podrá, sin embargo, permitir que dicho miembro vote si llegare a la conclusión de que la mora se debe a circunstancias ajenas a la voluntad de dicho miembro.

B. Cualquier miembro que haya infringido reiteradamente las disposiciones del Estatuto o de acuerdo por él concertado con arreglo al mismo, podrá ser suspendido en el ejercicio de los derechos y privilegios de miembro por decisión de la Conferencia General tomada por mayoría de dos tercios de los miembros presentes y votantes, previa recomendación de la Junta de Gobernadores.

## 2.1.15. Confidencialidad de los miembros de la OIEA

De acuerdo con el Decreto de Promulgación de la Convención de Seguridad Nuclear, adoptada en Viena, Austria, el 20 de septiembre de 1994 y publicada en el Diario Oficial de la Federación de México el 24 de marzo de 1997. La Confidencialidad de los miembros de la OIEA estará regida por el artículo 27 de la resolución en cuestión. A lo cual dice:

1. No tienen por qué ser afectados los derechos y obligaciones de las Partes Contratantes, de proteger, de conformidad con sus leyes, la información que no deba ser revelada. A los efectos de este artículo, la "información" incluye, entre otros, i) los datos personales; ii) la

información protegida por derechos de propiedad intelectual o por la confidencialidad industrial o comercial, iii) la información relativa a seguridad nacional, o a la protección física de los materiales nucleares o de las instalaciones nucleares.

2. Cuando, una Parte Contratante suministre información identificada por esa Parte como de carácter reservado conforme a lo dispuesto en el párrafo 1, dicha información será utilizada únicamente a los fines para los que haya sido suministrada y su confidencialidad deberá ser respetada.

3. Deberá mantenerse la confidencialidad del contenido de los debates de las Partes Contratantes durante el examen de los informes en cada reunión.

## 2.1.16. Inspecciones especiales del Organismo

Las Inspecciones especiales de la OIEA están regidas por el artículo 16 del Tratado de Tlatelolco, lo cual es de la siguiente manera:

1. El Organismo Internacional de Energía Atómica tiene la facultad de efectuar inspecciones especiales en los siguientes casos:

i) Cuando, especificando las razones en que se funde, así lo solicite cualquiera de las partes que sospeche que se haya realizado o está en vías de realización alguna actividad prohibida por el Organismo, tanto en el territorio de cualquier otra Parte, como en cualquier otro sitio por mandatos de esta última, determinará inmediatamente que se efectúe la inspección.

ii) Cuando lo solicite cualquiera de las Partes que haya sido objeto de sospecha o del cargo de haber violado alguna de las normas de la OIEA, dispondrá inmediatamente que se efectúe la inspección especial solicitada.

2. Los costos y gastos de toda inspección especial, efectuada con base en el párrafo 1,

apartado i) y ii), de este artículo, serán por cuenta de la Parte o Partes solicitante, excepto cuando el Consejo concluya, con base en el informe sobre la inspección especial, que, en vista de las circunstancias que concurren en el caso, tales costos y gastos serán por cuenta del Organismo.

3. La Conferencia General determinará los procedimientos a que se sujetarán la organización y ejecución de las inspecciones especiales a que se refiere el párrafo 1, apartados i) y ii) del presente artículo.

4. Las Partes Contratantes convienen en permitir a los inspectores que lleven a cabo tales inspecciones especiales pleno y libre acceso, a todos los sitios y a todos los datos necesarios para el desempeño de su comisión y que estén directa y estrechamente vinculados a la sospecha de violación de las leyes de la OIEA. Los inspectores designados por la Conferencia General serán acompañados por representantes de las autoridades de la Parte Contratante en cuyo territorio se efectúe la inspección, si éstas así lo solicitan, en el entendimiento de que ello no retarde ni obstaculice en forma alguna los trabajos de los referidos inspectores.

5. El Organismo, por conducto del Secretario General, enviará inmediatamente a todas las Partes copia de cualquier informe resultante de las inspecciones especiales.

6. El Organismo, por conducto del Secretario General, enviará asimismo al Secretario General de las Naciones Unidas, para su transmisión al Consejo de Seguridad y a la Asamblea General de aquella Organización, y para su conocimiento al consejo de la Organización de los Estados Americanos, copia de cualquier informe resultante de toda inspección especial llevada a cabo de conformidad con el párrafo 1 apartados i) y ii) del presente artículo.

7. El Organismo podrá acordar, o cualquiera de las Partes podrá solicitar, que sea convocada una reunión extraordinaria de la Conferencia General para considerar los informes resultantes de cualquier inspección especial. En tal caso el Secretario General procederá inmediatamente a convocar a la reunión extraordinaria solicitada.

8. La Conferencia General, convocada a reunión extraordinaria con base a este artículo,

podrá hacer recomendaciones a las Partes y presentar asimismo informes al secretario General de las Naciones Unidas, para su transmisión al Consejo de Seguridad y a la Asamblea General de dicha Organización.

## 2.1.17. Disposiciones Financieras del Organismo

El artículo XIV del Estatuto de la OIEA señala en relación con las disposiciones financieras lo siguiente:

A. La Junta de Gobernadores presentará a la Conferencia General el proyecto de presupuesto anual de gastos del Organismo. A fin de facilitar la labor de la Junta a este respecto, el Director General preparará inicialmente el proyecto de presupuesto. Si la Conferencia General no aprobare el proyecto de presupuesto, lo devolverá a la Junta con sus recomendaciones. La Junta deberá presentar entonces un nuevo proyecto de presupuesto a la Conferencia General para su aprobación.

B. Los gastos del Organismo serán clasificados según las siguientes categorías:

- I. Gastos administrativos, que incluirán:
  - a) Los gastos de personal del Organismo, fuera de los correspondientes al personal cuyo empleo esté relacionado con los materiales, servicios, equipo e instalaciones a que se refiere el siguiente apartado 2; los gastos de las reuniones; y los gastos requeridos para la preparación de los proyectos del Organismo y la distribución de información;
  - b) Los gastos que entrañe la aplicación de las salvaguardias mencionadas en el artículo XII (del cap. 2.1.9), en lo que se refiere a los proyectos del Organismo, o en relación con cualquier arreglo bilateral o multilateral, así como los gastos de manipulación y almacenamiento por el Organismo de materiales fisiónables especiales, distintos de los gastos de almacenamiento y manipulación a que se refiere el párrafo E de este artículo;

2. Los gastos, distintos de los incluidos en el apartado 1 del presente párrafo, relativos a los materiales, instalaciones, establecimientos y equipo adquiridos o establecidos por el Organismo en el ejercicio de sus funciones autorizadas, así como el costo de los materiales, servicios, equipo e instalaciones que el Organismo proporcione en virtud de acuerdos con uno o más miembros.

C. Al fijar los gastos previstos en el apartado 1, b) del precedente párrafo B, la Junta de Gobernadores deducirá las cantidades recuperables en virtud de acuerdos referentes a la aplicación de salvaguardias concertados entre el Organismo y las Partes en los arreglos bilaterales o multilaterales.

D. La Junta de Gobernadores prorrateará entre los miembros, con arreglo a una escala que será fijada por la Conferencia General, los gastos a que se refiere el apartado 1 del párrafo B. Al fijar la escala, la Conferencia General se guiará por los principios adoptados por las Naciones Unidas para calcular las cuotas con que los Estados Miembros contribuyen a su presupuesto ordinario.

E. La Junta de Gobernadores establecerá periódicamente una tarifa de precios, entre los que figurarán precios razonables y uniformes por concepto de almacenamiento y manipulación, aplicable a los materiales, servicios, equipo e instalaciones proporcionadas a los miembros por el Organismo. La tarifa será calculada de manera que produzca ingresos suficientes para que el Organismo pueda cubrir los gastos y costos a que se refiere el apartado 2 del párrafo B, deducción hecha de cualquier contribución voluntaria que la Junta de Gobernadores destine a este objeto en conformidad con el párrafo F. Los ingresos obtenidos con la aplicación de esta tarifa se destinarán a un fondo especial que será utilizado para pagar a los miembros los materiales, servicios, equipos o instalaciones que hayan proporcionado y para sufragar los demás gastos a que se refiere el apartado 2 del párrafo B en que incurra el propio Organismo.

F. Los excedentes de los ingresos a que se refiere el párrafo E sobre los gastos y costos que en él se mencionan, así como las contribuciones voluntarias hechas al Organismo, se ingresarán en un fondo general que podrá ser utilizado en la forma que determine la Junta de Gobernadores con la aprobación de la Conferencia General.

G. Con sujeción a las reglas y limitaciones que apruebe la Conferencia General, la Junta de Gobernadores estará autorizada para contratar préstamos en nombre del Organismo, sin imponer no obstante responsabilidad alguna a los miembros del Organismo por razón de los préstamos contratados en ejercicio de esta autorización, y para aceptar las contribuciones voluntarias que se hagan al Organismo.

H. Las decisiones de la Conferencia General sobre cuestiones financieras y las de la Junta de Gobernadores sobre el monto del presupuesto del Organismo deberán tomarse por mayoría de dos tercios de los miembros presentes y votantes.

## **2.2. Reglamentación de la OIEA para el uso pacífico de la Energía Atómica en el mundo**

La Agencia Internacional de Energía Atómica como principal Organismo a nivel mundial encargado de la reglamentación de la fuerza nuclear, ha asumido ciertos tratados para cumplir con sus objetivos, de los cuales en el presente capítulo haremos cita de los más actualizados a fin de que la información que aquí se presente sea de lo más reciente.

Al igual que en el subcapítulo anterior, se hará reseña del artículo completo del tratado correspondiente, a fin de que no se distorsione la información por alguna interpretación personal; así como las definiciones para el entendimiento de todos y cada uno de los artículos.

### **2.2.1. Definición de términos relacionados con la utilización de la Energía Atómica**

Como es costumbre en cualquier convenio internacional y a fin de que no haya tantos problemas en la interpretación de los tratados. Es norma general hacer uso de los conceptos de ciertas palabras que pudieran servir a malos entendidos. En este caso no es la excepción y por ello, a continuación se procederá con la definición de algunos términos relacionados con la Energía Atómica.

### **Definición de las armas nucleares**

Se entiende por arma nuclear todo artefacto que sea susceptible de liberar Energía Nuclear en forma no controlada y que tenga un conjunto de características propias del empleo con fines bélicos. El instrumento que pueda utilizarse para el transporte o la propulsión del artefacto no queda comprendido en esta definición si es separable del artefacto y no es parte indivisible del mismo.

### **Definición de territorio**

Para los efectos relacionados con la Energía Nuclear, deberá entenderse que el término territorio incluye el mar territorial, el espacio aéreo y cualquier otro ámbito sobre el cual el Estado ejerza soberanía, de acuerdo con su propia legislación.

### **Definición de Partes Contratantes**

Para los fines de la OIEA y de los tratados que mediante este Organismo se efectúen, se entiende por Partes Contratantes aquellas para las cuales sean válidas las leyes o tratados puestos en vigor por el Organismo.

### **Definición de cierre**

Para los fines de la OIEA, por cierre se entiende la terminación de todas las operaciones en algún momento posterior a la colocación del combustible gastado o de los desechos radiactivos en una instalación de evacuación. Ello incluye el trabajo final de ingeniería o de otra índole que se requiera para dejar la instalación en una condición segura a largo plazo

### **Definición de clausura**

Para los fines de la OIEA, por clausura se entiende todas las medidas conducentes a la liberación del control reglamentario de una instalación nuclear que no sea una instalación de evacuación. Estas medidas incluyen los procesos de descontaminación y desmantelamiento.

### **Definición de descargas**

Para los fines de la OIEA, por descargas se entiende las liberaciones planificadas y controladas al medio ambiente, como práctica legítima, dentro de los límites autorizados por el órgano regulador, de materiales radiactivos líquidos o gaseosos que proceden de instalaciones nucleares reglamentadas durante el funcionamiento normal.

### **Definición de Radiación**

Por radiación se entiende la emisión al espacio de ondas, rayos o partículas por parte de cualquier tipo de materia.

### **Definición de evacuación**

Para los fines de la OIEA se entiende por evacuación a la colocación de combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación adecuada sin la intención de recuperarlos.

### **Definición de licencia**

Para los fines de la OIEA, por licencia se entiende cualquier autorización, permiso o certificado otorgado por un órgano regulador para realizar cualquier actividad relacionada con la utilización de la Energía Nuclear.

### **Definición de instalación nuclear**

Para los fines de la OIEA, por instalación nuclear se entiende una instalación civil y los terrenos, edificios y equipo afines, en la que se produce, tratan, utilizan, manipulan, almacenan o evacuan materiales radiactivos en tal escala que es preciso tomar en consideración la seguridad.

### **Definición de vida operacional**

Para los fines de la OIEA, por vida operacional se entiende el periodo en que una instalación nuclear se utiliza para los fines para los que se ha concebido. En el caso de una instalación de evacuación, el periodo comienza cuando el combustible gastado o los desechos radiactivos se colocan por primera vez en la instalación y termina al cierre de la instalación.

### **Definición de desechos radiactivos**

Para los fines de la OIEA, por desechos radiactivos se entiende los materiales radiactivos en forma gaseosa, líquida o sólida para los cuales la Parte Contratante o una persona natural o jurídica cuya decisión sea aceptada por la Parte Contratante no prevé ningún uso ulterior y que el órgano regulador controla como desechos radiactivos según el marco legislativo y reglamentario de la Parte Contratante.

### **Definición de gestión de desechos radiactivos**

Para los fines de la OIEA, por gestión de desechos radiactivos se entiende todas las actividades, incluidas las actividades de clausura, que se relacionan con la manipulación, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y evacuación de desechos radiactivos, excluido el transporte fuera del emplazamiento. También puede comprender las descargas.

### **Definición de instalación de gestión de desechos radiactivos**

Para los fines de la OIEA, por instalación de gestión de desechos radiactivos se entiende cualquier unidad o instalación que tenga como principal finalidad la gestión de desechos radiactivos, incluidas las instalaciones nucleares en proceso de clausura solamente si son designadas por la Parte Contratante como instalaciones de gestión de desechos radiactivos.

### **Definición de órgano regulador**

Para los fines de la OIEA, por órgano regulador se entiende cualesquiera órgano u órganos dotados por la Parte Contratante de facultades legales para reglamentar cualquier aspecto de seguridad en la utilización de la Energía Nuclear.

### **Definición de reelaboración**

Para los fines de la OIEA, por reelaboración se entiende un proceso u operación con el propósito de extraer isótopos radiactivos del combustible gastado para su uso ulterior.

### **Definición de fuente sellada**

Para los fines de la OIEA, por fuente sellada se entiende al material radiactivo permanentemente sellado en una cápsula o compactado y en forma sólida, excluidos los elementos combustibles del reactor.

### **Definición de combustible gastado**

Para los fines de la OIEA, por combustible gastado se entiende al combustible nuclear irradiado y extraído permanentemente del núcleo de un reactor.

### **Definición de gestión del combustible gastado**

Para los fines de la OIEA, por gestión del combustible gastado se entiende a todas las actividades que se relacionan con la manipulación o almacenamiento del combustible gastado, excluido el transporte fuera del emplazamiento. También puede comprender las descargas.

### **Definición de instalación de gestión del combustible gastado**

Para los fines de la OIEA, por instalación de gestión del combustible gastado se entiende a cualquier unidad o instalación que tenga por principal finalidad la gestión de combustible gastado.

### **Definición de Estado de destino**

Para los fines de la OIEA, por Estado de destino se entiende un Estado hacia el cual se prevé o tiene lugar un movimiento trasfronterizo.

### **Definición de Estado de origen**

Para los fines de la OIEA, por Estado de origen se entiende a un Estado desde el cual se prevé iniciar o se inicia un movimiento trasfronterizo

### **Definición de Estado de tránsito**

Para los fines de la OIEA, por Estado de tránsito se entiende a cualquier Estado distinto de un Estado de origen o de un Estado de destino a través de cuyo territorio se prevé o tiene lugar un movimiento trasfronterizo.

### **Definición de almacenamiento**

Para los fines de la OIEA, por almacenamiento se entiende a la colocación de elementos combustible, combustible gastado o de desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su concentración con intención de recuperarlos.

### **Definición de movimiento transfronterizo**

Para los fines de la OIEA, por movimiento transfronterizo se entiende a cualquier expedición de elementos combustible, combustible gastado o de desechos radiactivos de un Estado de Origen a un Estado de destino.

## 2.2.2. Marco legislativo y reglamentario para el uso de la Energía Nuclear

Antes de entrar meramente en el marco legislativo y reglamentario de la Energía nuclear, es necesario hacer cita al artículo 17 del Tratado de Tlatelolco, el cual dice:

**Uso pacífico de la Energía Nuclear.** Ninguna de las disposiciones de la OIEA menoscaba los derechos de las Partes Contratantes, para usar, en conformidad con este instrumento, la Energía Nuclear con fines pacíficos, de modo particular en su desarrollo económico y progreso social.

Conforme al artículo 7 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, el marco legislativo y reglamentario para el uso de la fuerza atómica es el siguiente:

1. Cada parte Contratante establecerá y mantendrá un marco legislativo y reglamentario por el que se regirá la seguridad de las instalaciones nucleares.
2. El marco legal y reglamentario preverá el establecimiento de:
  - i) Los requisitos y las disposiciones nacionales aplicables en materia de seguridad;
  - ii) Un sistema de otorgamiento de licencias relativas a las instalaciones nucleares, así como de prohibición de la explotación de una instalación nuclear carente de licencia;
  - iii) Un sistema de inspección y evaluación reglamentarias de las instalaciones nucleares para verificar el cumplimiento de las disposiciones aplicables y de lo estipulado en las licencias;
  - iv) Las medidas para asegurar el cumplimiento de las disposiciones aplicables y de lo estipulado en las licencias, inclusive medidas de suspensión, modificación o revocación.

### **2.2.2.1. Medidas de cumplimiento e informes a los objetivos de la OIEA**

El artículo 4 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, está dedicado a las medidas de cumplimiento para el uso pacífico de la Energía Nuclear. Al respecto señala:

Cada Parte Contratante adoptará, en el ámbito de su legislación nacional, las medidas legislativas, reglamentarias y administrativas, así como cualesquier otras que sean necesarias para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas del uso de la Energía Nuclear.

El artículo 5 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, hace referencia a los informes para dar cumplimiento al uso pacífico de la Energía Atómica. A lo cual dice:

Cada Parte Contratante presentará a examen, antes de cada una de las sesiones, un informe sobre las medidas que haya adoptado para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de la OIEA.

### **2.2.2.2. Reglamentación para la efectuación de explosiones con fines pacíficos**

De conformidad con el artículo 18 del Tratado de Tlatelolco, se podrán hacer explosiones nucleares bajo los siguientes términos:

1. Las Partes Contratantes podrán realizar explosiones de dispositivos nucleares con fines pacíficos -inclusive explosiones que presupongan artefactos similares a los empleados en el armamento nuclear- o prestar su colaboración a terceros para los mismos fines, siempre que

no contravengan a las disposiciones del presente artículo y a los objetivos de la OIEA.

2. Las Partes Contratantes que tengan la intención de llevar a cabo una de tales explosiones, o colaborar para ello, deberán notificar a la Agencia Internacional de Energía Atómica, con la antelación que las circunstancias lo exijan, la fecha de la explosión y presentar simultáneamente la siguiente información:

- a) El carácter del dispositivo nuclear y el origen del mismo;
- b) El sitio y la finalidad de la explosión en proyecto;
- c) Los procedimientos que se seguirán para dar cumplimiento al párrafo 3 de este artículo;
- d) La potencia que se espera tenga el dispositivo, y
- e) Los datos más completos sobre la posible precipitación radiactiva que sea consecuencia de la explosión o explosiones, y las medidas que se tomarán para evitar riesgos a la población, flora, fauna y territorios de una u otras partes.

3. El Secretario General y el personal técnico designado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, podrán observar todos los preparativos, inclusive la explosión del dispositivo, y tendrán acceso irrestricto a toda área vecina del sitio de la explosión para asegurarse de que el dispositivo, así como los procedimientos seguidos en la explosión, se ajustan a la información presentada de acuerdo con el párrafo 2 de este artículo y a las disposiciones del Organismo.

4. Las Partes Contratantes podrán recibir la colaboración de terceros para el objeto señalado en el párrafo 1 de este artículo, de acuerdo con las disposiciones de los párrafos 2 y 3 del mismo.

## **2.2.3. Marco legislativo y reglamentario para la seguridad en el uso de instalaciones nucleares**

### **2.2.3.1. Reglamentación para las instalaciones nucleares existentes**

La Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, señala en su artículo 6 la reglamentación de las instalaciones nucleares existentes. Estipula lo siguiente:

Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por la realización, lo antes posible, de un examen de la seguridad de las instalaciones nucleares en el momento de la entrada en vigor de la Convención para esa Parte Contratante (cabe mencionarse aquí que la presente Convención entró en vigor para México en abril de 1997, ya que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo del mismo año). Cuando sea necesario la Parte Contratante velará por que se introduzcan con carácter urgente todas las mejoras que sean razonablemente factibles para incrementar la seguridad de la instalación nuclear. Si fuera imposible conseguir este incremento, deberían ponerse en práctica planes para cerrar la instalación nuclear tan pronto como sea prácticamente posible. Al fijar el calendario de cierre se podrá tener en cuenta el contexto energético global y las opciones posibles, así como las consecuencias sociales, ambientales y económicas.

### **2.2.3.2. Responsabilidad del titular de una licencia de una instalación nuclear**

Cada Parte Contratante velará por que la responsabilidad primordial en cuanto a la seguridad de una instalación nuclear recaiga sobre el titular de la correspondiente licencia, y adoptará las medidas adecuadas para velar por que dicho titular asuma sus responsabilidades (ver artículo 9 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994).

### **2.2.3.3. Medidas que asumen las Partes Contratantes como prioridad a la seguridad nuclear**

Conforme al artículo 10 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que todas las entidades dedicadas a actividades directamente relacionadas con las instalaciones nucleares establezcan principios rectores que den la debida prioridad a la seguridad nuclear.

### **2.2.3.4. Recursos humanos y financieros con los que debe contar una instalación nuclear**

De acuerdo con la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, en su artículo 11 señala:

1. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que se disponga de recursos financieros suficientes para mantener la seguridad de cada instalación nuclear a lo largo de su vida.
2. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que se disponga de personal calificado, con formación, capacitación y readiestramiento apropiados, en número suficiente para cubrir todas las actividades relativas a la seguridad en o para cada instalación nuclear, a lo largo de su vida.

### **2.2.3.5. Factores humanos**

La Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, en su artículo 12 señala que:

Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que se tengan en cuenta, a lo largo de la vida de una instalación nuclear, las capacidades y limitaciones de la actuación humana

### **2.2.3.6. Garantía de calidad**

El artículo 13 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, manifiesta en este tópico que:

Cada parte contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que se establezcan y apliquen programas de garantía de calidad a fin de que se pueda confiar en que, a lo largo de la vida de una instalación nuclear, se satisfagan los requisitos que se hayan especificado acerca de todas las actividades importantes para la seguridad nuclear.

### **2.2.3.7. Evaluación y verificación de la seguridad**

La Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, menciona en su artículo 14 la evaluación y verificación de la seguridad de una instalación nuclear. Al respecto señala:

Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por:

- i) La realización de evaluaciones detalladas y simétricas de la seguridad antes de la

construcción y puesta en servicio de una instalación nuclear así como a lo largo de su vida. Dichas evaluaciones deberán estar bien documentadas, ser actualizadas subsiguientemente a la luz de la experiencia operacional y de cualquier nueva información significativa en materia de seguridad, y ser revisadas bajo la supervisión del órgano regulador;

- ii) La realización de actividades de verificación por medio de análisis, vigilancia, pruebas e inspecciones, para comprobar que el estado físico de una determinada instalación nuclear y su funcionamiento se mantienen de conformidad con su diseño, los requisitos nacionales de seguridad aplicables y los límites y condiciones operacionales.

#### **2.2.3.8. Protección radiológica**

El artículo 15 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, señala que:

Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que la exposición de los trabajadores y el público a las radiaciones causadas por una instalación nuclear en todas las situaciones operacionales se reduzca su nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, y por que ninguna persona sea expuesta a dosis de radiación que superen los límites de dosis establecidos a nivel nacional.

#### **2.2.3.9. Reglamentación para la preparación de las Partes Contratantes en casos de emergencia**

La Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994 en su artículo 16 señala:

1. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que existan planes

de emergencia para las instalaciones nucleares, que sean aplicables dentro del emplazamiento y fuera de él, sean probados con regularidad y comprendan las actividades que se deban realizar en caso de emergencia.

Cuando una instalación nuclear sea nueva, estos planes se elaborarán y aprobarán antes de que la misma comience a funcionar por encima de un nivel bajo de potencia, acordado por el órgano regulador.

2. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que a su propia población y a las autoridades competentes de los Estados que se hallen en las cercanías de una instalación nuclear se les suministre información pertinente sobre los planes de emergencia y respuesta, siempre que sea probable que resulten afectados por una emergencia radiológica originada en dicha instalación.

3. La Partes Contratantes que no tengan ninguna instalación nuclear en su territorio nacional, en tanto sea probable que resulten afectadas en caso de emergencia radiológica en una instalación nuclear situada en las cercanías, adoptarán las medidas adecuadas para velar por que se elaboren y prueben planes de emergencia para su territorio, que cubran las actividades que se deban realizar en caso de emergencia.

### **2.2.3.10. Emplazamiento de una instalación nuclear**

La Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994 en su artículo 17 establece:

Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por el establecimiento y la aplicación de procedimientos apropiados a fin de:

- i) Evaluar todos los factores significativos relacionados con el emplazamiento, que probablemente afecten a la seguridad de una instalación nuclear a lo largo de su vida prevista;
- ii) Evaluar las probables consecuencias sobre la seguridad de las personas, de la sociedad y del medio ambiente de una instalación nuclear proyectada;

- iii) Reevaluar, en la medida de lo necesario, todos los factores pertinentes a que se refieren los apartados i) y ii), con el fin de cerciorarse de que la instalación nuclear continúa siendo aceptable desde el punto de vista de la seguridad;
- iv) Consultar a las Partes Contratantes que se hallen en las cercanías de una instalación nuclear proyectada, siempre que sea probable que resulten afectadas por dicha instalación y, previa petición, proporcionar la información necesaria a esas Partes Contratantes, a fin de que puedan evaluar y formarse su propio juicio sobre las probables consecuencias de la instalación nuclear para la seguridad en su propio territorio.

### **2.2.3.11. Diseño y construcción de una instalación nuclear**

Conforme al artículo 18 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Las instalaciones nucleares se diseñen y construyan de modo que existan varios niveles y métodos fiables de protección (defensa en profundidad) contra la emisión de materias radiactivas, con el fin de prevenir los accidentes y de atenuar sus consecuencias radiológicas en el caso de que ocurrieren;
- ii) Las tecnologías adoptadas en el diseño y la construcción de una instalación nuclear sean de validez comprobada por la experiencia o verificada por medio de pruebas o análisis;
- iii) El diseño de una instalación nuclear permita una explotación fiable, estable y fácilmente controlable, con especial consideración de los factores humanos y la interfaz persona-máquina.

### **2.2.3.12. Explotación de una instalación nuclear**

Según el artículo 19 de la Convención sobre Seguridad Nuclear de la OIEA de 1994, Cada parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) La autorización inicial de explotación de una instalación nuclear se base en un análisis apropiado de seguridad y en un programa de puesta en servicio que demuestre que la instalación, tal como se ha construido, se ajusta a los requisitos de diseño y seguridad;
- ii) Los límites y condiciones operacionales deducidos del análisis de seguridad, de las pruebas y de la experiencia operacional se definan y revisen para establecer, en la medida de lo necesario, los confines de seguridad para la explotación;
- iii) Las actividades de explotación, mantenimiento, inspección y pruebas de una instalación nuclear se realicen de conformidad con los procedimientos aprobados;
- iv) Se establezcan procedimientos para hacer frente a incidentes operacionales previstos y a los accidentes;
- v) Se disponga, a lo largo de la vida de la instalación nuclear, de los servicios de ingeniería y apoyo técnico necesarios en todas las disciplinas relacionadas con la seguridad;
- vi) El titular de la correspondiente licencia notifique de manera oportuna al órgano regulador los incidentes significativos para la seguridad;
- vii) Se establezcan programas para recopilar y analizar la experiencia operacional, se actúe en función de los resultados y conclusiones obtenidos, y se utilicen los mecanismos existentes para compartir la importante experiencia adquirida con los organismos internacionales y con otras entidades explotadoras y órganos reguladores;

- viii) La generación de desechos radiactivos producidos por la explotación de una instalación nuclear se reduzca al mínimo factible para el proceso de que se trate, tanto en actividad como en volumen, y en cualquier operación necesaria de tratamiento y almacenamiento de combustible gastado y de los desechos directamente derivados de la explotación, en el propio emplazamiento de la instalación nuclear, se tengan en cuenta los requisitos de su acondicionamiento y evacuación.

#### 2.2.4. Marco legislativo y reglamentario para la seguridad de material gastado y desechos radiactivos

El presente subcapítulo se aplica a la seguridad en la gestión de combustible gastado cuando el combustible provenga de la explotación de reactores nucleares para usos civiles, salvo el combustible gastado situado en instalaciones de reelaboración como parte de actividades de reelaboración.

También a la seguridad en gestión de desechos radiactivos cuando los desechos radiactivos provengan de aplicaciones civiles. Ahora bien, no es aplicable a los desechos que contengan materiales radiactivos naturales solamente y que no se deriven del ciclo del combustible nuclear, a menos que estén constituidos por fuentes selladas en desuso o que la Parte Contratante los defina como desechos radiactivos acordes a los siguientes artículos.

No es aplicable a la seguridad en gestión de combustible gastado o desechos radiactivos que formen parte de programas militares o de defensa, a menos que la Parte Contratante los defina como combustible gastado o desechos radiactivos a los fines de los siguientes artículos. Ahora bien, se aplicará a la seguridad en la gestión del combustible gastado y de desechos radiactivos derivados de programas militares o de defensa en el caso de que dichos materiales se transfieran permanentemente a programas exclusivamente civiles y se gestionen en ellos.

### **2.2.4.1. Seguridad en la gestión de combustible gastado**

En este subcapítulo se citan los artículos más importantes de la Convención Mixta Sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y Sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos de la OIEA de 1997 (celebrada en Viena, Austria del 6 al 14 de marzo de 1997), a fin de que se haga más completa la investigación de tesis. Al igual que en los subcapítulos anteriores se tomarán artículos enteros de la Convención, a fin de que no se lleguen a manipular o malinterpretar los contenidos de los mismos por alguna interpretación personal.

#### **2.2.4.1.1. Requisitos generales de seguridad en la gestión de combustible gastado**

El artículo 4 de la Convención Mixta Sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y Sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos de la OIEA de 1997, señala que cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que en todas las etapas de la gestión del combustible gastado se proteja debidamente a las personas, a la sociedad y al medio ambiente contra los riesgos radiológicos.

A este respecto, cada Parte Contratante adoptará las medidas apropiadas para:

- i) Velar por que se preste la debida atención a la criticidad y a la eliminación del calor residual producido durante la gestión del combustible gastado;
- ii) Velar por que la generación de desechos radiactivos debida a la gestión del combustible gastado se mantenga al nivel más bajo posible, en concordancia con el tipo de política del ciclo del combustible adoptada;
- iii) Tener en cuenta la interdependencia entre las distintas etapas de la gestión del combustible gastado;

- iv) Prever una protección eficaz de las personas, la sociedad y el medio ambiente aplicando métodos adecuados de protección a nivel nacional, aprobados por el órgano regulador, en el marco de la legislación nacional que tenga debidamente en cuenta criterios y normas internacionalmente aprobados;
- v) Tener en cuenta los riesgos biológicos, químicos y otros riesgos que puedan estar asociados a la gestión del combustible gastado;
- vi) Esforzarse en evitar acciones cuyas repercusiones razonablemente previsibles en las futuras generaciones sean de mayor importancia que las permitidas para la actual generación;
- vii) Procurar que no se impongan cargas indebidas a las futuras generaciones.

#### 2.2.4.1.2. Instalaciones existentes en gestión de combustible gastado

El artículo 5 de la citada Convención señala que cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para examinar la seguridad de cualquier instalación de gestión del combustible gastado que exista en el momento en que entre en vigor la Convención con respecto a esa Parte Contratante y para velar por que, cuando proceda, se efectúen todas las mejoras razonablemente posibles para aumentar la seguridad de dicha instalación.

### 2.2.4.1.3. Emplazamiento de las instalaciones proyectadas en la gestión del combustible gastado

El artículo 6 de la mencionada Convención puntualiza al respecto que:

1. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por el establecimiento y la aplicación de procedimientos para una instalación proyectada de gestión del combustible gastado con el fin de:

- i) Evaluar todos los factores significativos relacionados con el emplazamiento que probablemente afecten a la seguridad de dicha instalación durante su vida operacional;
- ii) Evaluar las probables consecuencias de dicha instalación para la seguridad de las personas, de la sociedad y del medio ambiente;
- iii) Facilitar a la población información sobre la seguridad de dicha instalación;
- iv) Consultar a las Partes Contratantes que se hallen en las cercanías de dicha instalación, siempre que sea probable que resulten afectadas por la misma, y facilitarles, previa petición, los datos generales relativos a la instalación que les permitan evaluar las probables consecuencias de la instalación para la seguridad en su territorio.

2. A este respecto, cada Parte Contratante adoptará las medidas apropiadas para velar por que dichas instalaciones no tengan efectos inaceptables para otras Partes Contratantes, emplazándolas de conformidad con los requisitos generales en materia de seguridad del artículo 4 (ver requisitos generales de seguridad en la gestión del combustible gastado).

#### 2.2.4.1.4. Diseño y construcción de las instalaciones en gestión del combustible gastado

El artículo 7 de la citada Convención señala que Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Las instalaciones de gestión del combustible gastado se diseñen y construyan de modo que existan medidas adecuadas para limitar las posibles consecuencias radiológicas para las personas, la sociedad y el medio ambiente, incluidas las de las descargas o las emisiones incontroladas;
- ii) En la etapa de diseño se tengan en cuenta planes conceptuales y, cuando proceda, disposiciones técnicas para la clausura de una instalación en gestión del combustible gastado;
- iii) Las tecnologías incorporadas en el diseño y construcción de una instalación de gestión del combustible gastado estén avaladas por la experiencia, los ensayos o análisis.

#### 2.2.4.1.5. Evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de combustible gastado

De conformidad con el artículo 8 de la Convención anteriormente señalada, Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Antes de la construcción de una instalación en gestión del combustible gastado, se realice una evaluación sistemática de la seguridad y una evaluación ambiental, en consonancia con el riesgo que plantee la instalación y que abarque su vida operacional;

- ii) Antes de la explotación de una instalación de gestión del combustible gastado, se preparen versiones actualizadas y detalladas de la evaluación de la seguridad y de la evaluación ambiental cuando se estime necesaria para complementar las evaluaciones mencionadas en el párrafo i).

#### 2.2.4.1.6. Explotación de las instalaciones en gestión del combustible gastado

De acuerdo con el artículo 9 de la citada Convención, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) La licencia de explotación de una instalación de gestión del combustible gastado se base en evaluaciones apropiadas, tal como se especifica en el artículo anterior (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión del combustible gastado), y esté condicionada a la finalización de un programa de puesta en servicio que demuestre que la instalación, tal como se ha construido, se ajusta a los requisitos de diseño y seguridad;
- ii) Los límites y condiciones operacionales deducidos de los ensayos, de la experiencia operacional y de las evaluaciones, tal como se especifica en el anterior artículo (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de combustible gastado), se definan y se revisen en los casos necesarios;
- iii) Las actividades de explotación, mantenimiento, vigilancia , inspección y ensayos de una instalación de gestión del combustible gastado se realicen de conformidad con procedimientos establecidos;
- iv) Se disponga, a lo largo de la vida operacional de una instalación de gestión del combustible gastado, de los servicios de ingeniería y de apoyo técnico necesarios en todas las disciplinas relacionadas con la seguridad;

- ii) Antes de la explotación de una instalación de gestión del combustible gastado, se preparen versiones actualizadas y detalladas de la evaluación de la seguridad y de la evaluación ambiental cuando se estime necesaria para complementar las evaluaciones mencionadas en el párrafo i).

#### 2.2.4.1.6. Explotación de las instalaciones en gestión del combustible gastado

De acuerdo con el artículo 9 de la citada Convención, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) La licencia de explotación de una instalación de gestión del combustible gastado se base en evaluaciones apropiadas, tal como se especifica en el artículo anterior (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión del combustible gastado), y esté condicionada a la finalización de un programa de puesta en servicio que demuestre que la instalación, tal como se ha construido, se ajusta a los requisitos de diseño y seguridad;
- ii) Los límites y condiciones operacionales deducidos de los ensayos, de la experiencia operacional y de las evaluaciones, tal como se especifica en el anterior artículo (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de combustible gastado), se definan y se revisen en los casos necesarios;
- iii) Las actividades de explotación, mantenimiento, vigilancia , inspección y ensayos de una instalación de gestión del combustible gastado se realicen de conformidad con procedimientos establecidos;
- iv) Se disponga, a lo largo de la vida operacional de una instalación de gestión del combustible gastado, de los servicios de ingeniería y de apoyo técnico necesarios en todas las disciplinas relacionadas con la seguridad;

- v) El titular de la correspondiente licencia notifique de manera oportuna al órgano regulador los incidentes significativos para la seguridad;
- vi) Se establezcan programas para recopilar y analizar la experiencia operacional pertinente y se actúe en función de los resultados, cuando proceda;
- vii) Se preparen y actualicen, cuando sea necesario, planes para la clausura de una instalación de gestión de combustible gastado utilizando la información obtenida durante la vida operacional de esa instalación, y el órgano regulador examine estos planes.

#### 2.2.4.1.7. Evacuación de combustible gastado

De acuerdo con el artículo 10 de la Convención que hemos venido trabajando, la evacuación de combustible gastado será:

Si, de conformidad con su marco legislativo y reglamentario, una Parte Contratante ha destinado combustible gastado a la evacuación, la evacuación de dicho combustible gastado se realizará de acuerdo con las obligaciones relativas a la evacuación de desechos radiactivos, que veremos a partir del apartado 2.2.4.2. dedicado a este tema.

#### 2.2.4.2. Seguridad en la gestión de desechos radiactivos

Siguiendo las normas establecidas en la Convención Mixta Sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y Sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos de la OIEA de 1997. A continuación veremos como se rige actualmente la gestión de desechos radiactivos:

#### 2.2.4.2.1. Requisitos generales de seguridad en gestión de desechos radiactivos

En conformidad con la Convención en cuestión, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que en todas las etapas de la gestión de desechos radiactivos se proteja debidamente a las personas, a la sociedad y al medio ambiente contra los riesgos radiológicos y otros riesgos.

A este respecto, cada Parte Contratante adoptará las medidas apropiadas para:

- i) Velar por que preste la debida atención a la criticidad y a la eliminación del calor residual producido durante la gestión de desechos radiactivos;
- ii) Velar por que la generación de desechos radiactivos se mantenga al nivel más bajo posible;
- iii) Tener en cuenta la interdependencia entre las distintas etapas de la gestión de desechos radiactivos;
- iv) Prever una protección eficaz de las personas, la sociedad y el medio ambiente aplicado a métodos adecuados de protección a nivel nacional, aprobados por el órgano regulador, en el marco de su legislación nacional que tenga debidamente en cuenta criterios y normas internacionalmente aprobados;
- v) Tener en cuenta los riesgos biológicos, químicos y otros riesgos que puedan estar asociados a los desechos radiactivos;
- vi) Esforzarse en evitar acciones cuyas repercusiones razonablemente previsibles en las futuras generaciones sean de mayor importancia que las permitidas para la actual generación;
- vii) Procurar que no se impongan cargas inadecuadas a las futuras generaciones.

#### 2.2.4.2.2. Instalaciones existentes y prácticas anteriores en la gestión de desechos radiactivos

Citando el Convenio en cuestión encontramos en su artículo 12 que cada Parte Contratante adoptará oportunamente las medidas adecuadas para:

- i) Examinar la seguridad de cualquier instalación de gestión de desechos radiactivos existentes en el momento en que entre en vigor la Convención respecto de esa Parte Contratante y velar por que, cuando proceda, se efectúen todas las mejoras razonablemente posibles para aumentar la seguridad de dicha instalación;
- ii) Examinar los resultados de las prácticas anteriores a fin de determinar si se hace necesaria una intervención por razones de protección radiológica teniendo presente que la reducción del detrimento derivado de la reducción de la dosis habrá de ser suficiente para justificar los perjuicios y costos, incluidos los costos sociales, de la intervención.

#### 2.2.4.2.3. Emplazamiento de las instalaciones proyectadas en la gestión de los desechos radiactivos

Conforme al artículo 13 de la Convención que se ha venido trabajando, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por el establecimiento y la aplicación de procedimientos para una instalación proyectada de gestión de desechos radiactivos con el fin de:

- i) Evaluar todos los factores significativos relacionados con el emplazamiento que probablemente afecten a la seguridad de dicha instalación durante su vida operacional, así como a la de una instalación de evacuación después del cierre;
- ii) Evaluar las probables consecuencias de dicha instalación para la seguridad de las

personas, de la sociedad y del medio ambiente, teniendo en cuenta la posible evolución de las condiciones del emplazamiento de las instalaciones de evaluación después del cierre;

- iii) Facilitar a la población información sobre la seguridad de dicha instalación;
- iv) Consultar a las Partes Contratantes que se hallen en las cercanías de dicha instalación, siempre que sea probable que resulten afectadas por la misma y facilitarles, previa petición, los datos generales relativos a la instalación que les permitan evaluar las probables consecuencias de la instalación para la seguridad en su territorio.

2. A este respecto, cada Parte Contratante adoptará las medidas apropiadas para velar por que dichas instalaciones no tengan efectos inaceptables para otras Partes Contratantes, emplazándolas de conformidad con los requisitos generales en materia de seguridad del artículo 11 (ver requisitos generales de seguridad en la gestión de desechos radiactivos).

#### 2.2.4.2.4. Diseño y construcción de las instalaciones en la gestión de desechos radiactivos

Artículo 14 de la Convención en materia:

Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Las instalaciones en gestión de desechos radiactivos se diseñen y construyan de modo que existan medidas adecuadas para limitar las posibles consecuencias radiológicas para las personas, la sociedad y el medio ambiente, incluidas las de las descargas o las emisiones incontroladas;
- ii) En la etapa de diseño se tienen en cuenta planes conceptuales y disposiciones técnicas para la clausura de una instalación de gestión de desechos radiactivos que no sea una instalación de evacuación;

- iii) En la etapa de diseño, se preparen disposiciones técnicas para el cierre de una instalación de evacuación;
- iv) Las tecnologías incorporadas en el diseño y construcción de una instalación de gestión de desechos radiactivos estén avaladas por la experiencia, los ensayos o análisis.

#### 2.2.4.2.5. Evaluación de la seguridad de las instalaciones en la gestión de los desechos radiactivos

Según el artículo 15 de la citada Convención, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Antes de la construcción de una instalación de gestión de desechos radiactivos, se realice una evaluación sistemática de la seguridad y una evaluación ambiental, en consonancia con el riesgo que plantee la instalación y que abarque su vida operacional;
- ii) Además, antes de la construcción de una instalación de evacuación, se realice una evaluación sistemática de la seguridad y una evaluación ambiental para el período posterior al cierre y se evalúen los resultados en función de los criterios establecidos por el órgano regulador;
- iii) Antes de la explotación de una instalación de gestión de desechos radiactivos, se preparen versiones actualizadas y detalladas de la evaluación de la seguridad y de la evaluación ambiental cuando se estime necesario para complementar las evaluaciones mencionadas en el párrafo i).

#### 2.2.4.2.6. Explotación de las instalaciones en la gestión de desechos radiactivos

El artículo 16 de la Convención en cuestión señala que, cada Pare Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) La licencia de explotación de una instalación de gestión de desechos radiactivos se base en evaluaciones apropiadas, tal como se especifica en el artículo 15 (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de desechos radiactivos), y esté condicionada a la finalización de un programa de puesta en servicio que demuestre que la instalación, tal como se ha construido, se ajusta a los requisitos de diseño y seguridad;
- ii) Los límites y condiciones operacionales deducidos de los ensayos, de la experiencia operacional y de las evaluaciones, tal como se especifica en el artículo 15 (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de desechos radiactivos), se definan y se revisen en los casos necesarios;
- iii) Las actividades de explotación, mantenimiento, vigilancia, inspección y ensayos de una instalación de gestión de desechos radiactivos se realicen de conformidad con procedimientos establecidos. En el caso de una instalación de evacuación los resultados así obtenidos se utilizarán para verificar y examinar la validez de los supuestos hechos y para actualizar las evacuaciones, tal como se especifica en el artículo 15 (ver evaluación de la seguridad de las instalaciones en gestión de desechos radiactivos), para el periodo posterior al cierre;
- iv) Se disponga, a lo largo de la vida operacional de una instalación de gestión de desechos radiactivos, de los servicios de ingeniería y apoyo técnico necesarios en todas las disciplinas relacionadas con la seguridad;
- v) Se apliquen procedimientos para la caracterización y segregación de los desechos radiactivos;

- vi) El titular de la correspondiente licencia notifique de manera oportuna al órgano regulador los incidentes significativos para la seguridad;
- vii) Se establezcan programas para recopilar y analizar la experiencia operacional pertinente y se actúe en función de los resultados, cuando proceda;
- viii) Se preparen y actualicen, cuando sea necesario, planes para la clausura de una instalación de gestión de desechos radiactivos, que no sea una instalación de evacuación, utilizando la información obtenida durante la vida operacional de esa instalación y el órgano regulador examine estos planes;
- ix) Se preparen y actualicen, cuando sea necesario, planes para el cierre de una instalación de evacuación, utilizando la información obtenida durante la vida operacional de esa instalación y el órgano regulador examine estos planes.

#### 2.2.4.2.7. Medidas institucionales después del cierre de una instalación de evacuación en la gestión de desechos radiactivos

El artículo 17 de la citada Convención establece que, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que después del cierre de una instalación de evacuación:

- i) Se preserven los registros de la ubicación, diseño e inventario de esa instalación que exija el órgano regulador;
- ii) Se efectúen controles institucionales activos o pasivos, como medidas de vigilancia o restricciones del acceso, en caso necesario.

## **2.2.5. Disposiciones generales de seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

### **2.2.5.1. Marco legislativo y reglamentario en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

De acuerdo con la Convención citada, en su artículo 19 dedicado al marco legislativo y reglamentario en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, se siguen los siguientes lineamientos:

1. Cada Parte Contratante establecerá y mantendrá un marco legislativo y reglamentario por el que se regirá la seguridad en la gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos.
2. Este marco legal y reglamentario preverá el establecimiento de:
  - i) Los requisitos y las disposiciones nacionales aplicables en materia de seguridad radiológica
  - ii) Un sistema de otorgamiento de licencias para las actividades de gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos;
  - iii) Un sistema de prohibición de la explotación de instalaciones de gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos sin la correspondiente licencia;
  - iv) Un sistema de control institucional apropiado, de inspección, documentación y notificación reglamentarias;

- v) Las medidas para asegurar el cumplimiento de los reglamentos aplicables y de las condiciones de las licencias;
- vi) Una asignación de responsabilidades a los órganos que intervengan en las distintas etapas de la gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos claramente definida.

3. Al considerar si los materiales radiactivos se reglamentan como desechos radiactivos, las Partes Contratantes tendrán debidamente en cuenta los objetivos de la Organización Internacional de Energía Atómica.

#### **2.2.5.2. Responsabilidad del titular de la licencia en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

Siguiendo con la Convención anteriormente citada, la responsabilidad del titular de una licencia en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. El artículo 21 señala:

1. Cada Parte Contratante velará por que la responsabilidad primordial en cuanto a la seguridad en la gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos recaiga sobre el titular de la correspondiente licencia, y adoptará las medidas adecuadas para velar por que dicho titular asuma sus responsabilidades.
2. De no haber un titular en la licencia u otra parte responsable, la responsabilidad recaerá en la Parte Contratante que tenga jurisdicción sobre el combustible gastado o sobre los desechos radiactivos.

### **2.2.5.3. Recursos humanos y financieros en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

De acuerdo a las normas del artículo 22 de la Convención en cuestión, cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Se disponga del personal calificado necesario para las actividades relacionadas con la seguridad durante la vida operacional de una instalación de gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos;
- ii) Se disponga de recursos financieros suficientes para mantener la seguridad de las instalaciones de gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos durante su vida operacional y para la clausura;
- iii) Se adopten disposiciones financieras que permitan continuar aplicando los controles institucionales y arreglos de vigilancia apropiados durante el período que se considere necesario después del cierre de una instalación de evacuación.

### **2.2.5.4. Garantía de calidad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

El artículo 23 de la Convención que hemos venido trabajando señala que cada Parte Contratante adoptará las medidas necesarias para velar por que se establezcan y apliquen programas de garantía de calidad adecuados con respecto a la seguridad en la gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos.

### **2.2.5.5. Protección radiológica operacional en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

El artículo 24 de la Convención de Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos y Combustible Gastado señala:

1. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que durante la vida operacional de una instalación de gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos:

- i) La exposición radiológica de los trabajadores y el público, causada por la instalación, se reduzca al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales; y
- ii) Ninguna persona sea expuesta, en situaciones normales, a dosis de radiación que superen las prescripciones nacionales de limitación de dosis, que tengan debidamente en cuenta normas de protección radiológica internacionalmente aprobadas.

2. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que una descarga se limite:

- i) A reducir la exposición a las radiaciones al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales; y
- ii) De modo que ninguna persona sea expuesta, en situaciones normales, a dosis de radiación que superen las prescripciones nacionales de limitación de dosis, que tengan debidamente en cuenta normas de protección radiológica internacionalmente aprobadas.

3. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por que:

- i) Se adopten medidas para prevenir las emisiones no planificadas e incontroladas de materiales radiactivos al medio ambiente; y
- ii) En caso de que se produzca una emisión no planificada e incontrolada de materiales radiactivos al medio ambiente se apliquen medidas correctoras apropiadas para controlar la emisión y controlar sus efectos.

#### **2.2.5.6. Preparación para casos de emergencia en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

La reglamentación de la preparación para casos de emergencia en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos se sujeta al artículo 25 de la citada convención, el cual dice:

1. Cada Parte Contratante velará por que antes y durante la explotación de una instalación de gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos existan planes de emergencia apropiados que sean aplicables dentro del emplazamiento, y, de ser necesario, fuera de él. Dichos planes de emergencia deben probarse con suficiente seguridad.
2. Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para la preparación y prueba de los planes de emergencia para su territorio en tanto que éste pueda verse afectado por una emergencia radiológica en una instalación de gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos situada en las cercanías de su territorio.

### **2.2.5.7. Clausura de una instalación nuclear en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

#### **Artículo 26:**

Cada parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para velar por la seguridad durante la clausura de una instalación nuclear. Dichas medidas garantizarán que:

- i) Se dispone de personal calificado y recursos financieros adecuados;
- ii) Se aplican las medidas del artículo 24 con respecto a la protección radiológica operacional, las descargas y las emisiones no planificadas e incontroladas;
- iii) Se aplican las disposiciones del artículo 25 con respecto a la preparación para casos de emergencia; y
- iv) Se llevan registros de información importantes para la clausura.

### **2.2.5.8. Movimientos transfronterizos en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

#### **Artículo 27**

1. Cada Parte Contratante que intervenga en movimientos transfronterizos adoptará las medidas adecuadas para velar por que dicho movimiento se lleve a cabo de manera compatible con las disposiciones y objetivos de la OIEA y los instrumentos internacionales vinculantes pertinentes.

A este respecto:

- i) Una parte Contratante que sea el Estado de origen adoptará las medidas pertinentes para velar por que el movimiento transfronterizo se autorice y tenga lugar únicamente con la notificación y consentimiento previos del Estado de destino;
- ii) El movimiento transfronterizo a través de los Estados de tránsito estará sujeto a las obligaciones internacionales relacionadas con las modalidades de transporte utilizadas en el particular;
- iii) Una Parte Contratante que sea el Estado de destino consentirá un movimiento transfronterizo únicamente si posee la capacidad administrativa y técnica, así como la estructura reglamentaria necesarias para gestionar el combustible gastado o los desechos radiactivos de manera compatible con las disposiciones de la OIEA;
- iv) Una Parte Contratante que sea el Estado de origen autorizará un movimiento transfronterizo únicamente si puede comprobar que, de acuerdo con el consentimiento del Estado de destino, se cumplan los requisitos del apartado iii) antes de proceder al movimiento transfronterizo;
- v) Una Parte Contratante que sea el Estado de origen adoptará las medidas adecuadas para permitir la readmisión en su territorio, si un movimiento transfronterizo no se lleva o no puede llevarse a cabo de conformidad con el presente artículo, a menos que pueda concertarse un arreglo alternativo seguro.

2. Las Partes Contratantes no otorgarán licencia a expediciones de su combustible gastado o de sus desechos radiactivos a un lugar de destino al sur de los 60 grados de latitud Sur para su almacenamiento o evacuación.

3. Ninguna de las disposiciones de la presente Convención perjudica o afecta:

- i) Al ejercicio de los desechos y libertades de navegación marítima, fluvial y aérea que, según se estipula en el derecho internacional, corresponde a los buques y

aeronaves de todos los Estados;

- ii) A los derechos de una Parte Contratante a la que se exporten desechos radiactivos para su tratamiento, a devolver, o adoptar disposiciones para devolver al Estado de origen los desechos radiactivos y otros productos después de su tratamiento;
- iii) Al derecho de una Parte Contratante de exportar su combustible gastado para su reelaboración;
- iv) A los derechos de una Parte Contratante a la que se exporte combustible gastado para reelaboración a devolver, o a adoptar las disposiciones para devolver al Estado de origen desechos radiactivos y otros productos derivados de las actividades de reelaboración.

#### **2.2.5.9. Reglamentación de las fuentes selladas en desuso en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos**

Artículo 28 de la Convención:

1. Cada Parte Contratante adoptará, en el marco de su legislación nacional las medidas adecuadas para velar por que la posesión, refabricación o evacuación de fuentes selladas en desuso tenga lugar de manera segura.
2. Las Partes Contratante permitirán la readmisión en su territorio de las fuentes selladas en desuso si, en el marco de su legislación nacional, han aceptado su devolución a un fabricante autorizado para recibir y poseer las fuentes selladas en desuso.

## **CAPÍTULO III**

### **PERSPECTIVAS DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO**

Después de haber visto todos los problemas y beneficios que ha traído la Energía Atómica a lo largo de la historia, creo prudente incluir en esta investigación, partiendo de lo que actualmente se vive en el mundo, las perspectivas de la Fuerza atómica para las futuras generaciones. Es por ello que el presente capítulo está dedicado a los riesgos que se podrían correr con la Energía Nuclear, así como las ventajas que trae consigo para la humanidad.

### 3.1. Posibilidades de un desastre nuclear en el mundo

Todo tipo de energía cuando se encuentra potencialmente almacenada en gran escala, tiene la facultad de que al ser liberada se produzcan grandes reacciones -pueden ser explosiones-, dichas reacciones cuando son controladas, se pueden utilizar para múltiples fines, casi todos ellos pacíficos; pero qué pasa cuando se pierde el control de las reacciones de algún energético y más aún cuando la cantidad de masa de este energético es muy grande. La respuesta a esta pregunta se puede traducir o interpretar como catástrofe.

Siempre y cuando la fuerza atómica sea utilizada con fines pacíficos podemos considerarla al igual que las demás fuentes de energía como peligrosa y al mismo tiempo segura, ya que depende del manejo que se le dé y de las distintas disposiciones de seguridad que se asuman en una instalación, para poder considerarla como segura o no; es decir, por ejemplo si una refinería de petróleo o procesadora de gas no cumple con las disposiciones necesarias de seguridad para su cometido, puede resultar mucho más peligrosa que una planta nuclear que está estrictamente controlada por las autoridades nacionales correspondientes y a su vez por la Organización Internacional de Energía Atómica.

De hecho si nos ponemos a revisar las estadísticas de accidentes en materia de energéticos, dentro de los peores de mayor seguridad podemos encontrar a la Energía Atómica, ya que en todo el mundo a lo largo de la historia el único accidente significativamente importante ha sido el de Chernobyl. Entre tanto, en lo que se refiere a petróleo o gas creo que casi todos recordamos por lo menos una de las desgracias producidas por estos materiales.

Es por todo lo anterior que creo que no se puede considerar a la Energía Atómica como la más peligrosa entre los energéticos, y si a ello le aunamos que debido a las experiencias del pasado es la más vigilada en cuanto a seguridad por la Organización de las Naciones Unidas y a su vez por la Organización Internacional de la Energía Atómica, resulta internacionalmente factible su procesamiento y consumo.

Un factor más que no puede escapar dentro de las posibilidades de un desastre nuclear en el

mundo lo es la utilización de este medio con fines bélicos. Aún cuando organismos internacionales como las Naciones Unidas y la Agencia Internacional de Energía Atómica los condenan muy seriamente y elaboran leyes para que no sigan proliferando, la posibilidad de una hecatombe producto de una bomba atómica va a seguir latente, debido a que nadie ni nada nos puede garantizar que las ya existentes hagan detonación (para profundizar más al respecto ver cap. 3.1.1.1. Riesgos de un desastre nuclear por la utilización de una bomba atómica).

### 3.1.1. Riesgos y medidas de prevención para el uso de la Energía Atómica en el mundo

Aparte de las medidas legales que asumieron los distintos países en el mundo, por medio de la Organización Internacional de Energía Atómica, para reglamentar este tipo de fuerza, las empresas constructoras de plantas nucleares han considerado como necesidad básica alcanzar un máximo de eficacia y lograr un costo mínimo, con el objeto de competir venturosamente con las termoeléctricas que se alimentan de carbón, gas y petróleo; asimismo han asumido esta responsabilidad con el fin de que no se repita un accidente similar al de Chernobyl.

La experiencia de los industriales nucleares les ha enseñado muchas cosas que se pueden integrar a la construcción de los nuevos reactores. Figuran entre éstas los sistemas para agregar al reactor pequeñas cantidades de diversas sustancias químicas que reducen los problemas de corrosión, el empleo de distintos materiales para ciertas aplicaciones como el aumento de la refrigeración y el uso de nuevos métodos de construcción.

Entre tanto, también los poseedores de una licencia han tomado votos en favor de que en todo momento el operador de una planta tenga a su disposición toda la información que sea importante y necesaria. La revolución que ha ocurrido en la tecnología de las computadoras y las telecomunicaciones en el transcurso de las últimas dos décadas, ofrece inmensas

oportunidades para introducir todo tipo de mejoras en este campo, reorganizando la sala de control y los sistemas de instrumento, así como por el hecho de que se puede contar con pantallas que muestren gráficos y ayudas para hacer diagnósticos y con sistemas expertos para el manejo de una gran variedad de situaciones. Esto trajo como resultado que los casos o situaciones críticas o de emergencia se redujeran a muy pocas o casi nulas, al mismo tiempo que el reactor se convertía en un instrumento cada vez más fácil de operar.

También, cada país asumiendo su postura de Parte Contratante de las convenciones realizadas por la Organización Internacional de Energía Atómica realiza inspecciones muy minuciosas a las plantas nucleares encontradas en su territorio para descubrir si existe o no una anomalía en la operación de dicha instalación. Este tipo de revisiones se hace conforme a las leyes internas de seguridad nuclear de cada nación, puede ser desde cada dos meses hasta de dos veces por año, no excediendo estos límites.

Asimismo, los gobiernos de cada país comprendiendo la importancia y los cuidados en el manejo de la fuerza atómica, se han comprometido ante la OIEA desde que entraron a ser miembros de este Organismo, para apoyar a aquellos quienes sean propietarios de una licencia en gestión de este tipo de energía, teniéndoles ciertas consideraciones, así como de proporcionarles la ayuda que en un momento de urgencia requieran, ejemplo de ello podría ser la evacuación de algún territorio o la instalación de medidas de alerta a la población.

Como prueba de la seguridad de las instalaciones nucleares podemos hacer un ejercicio de memoria para saber cuántos accidentes nucleares de importancia recordamos; si la respuesta es Chernobyl, se estaría en lo correcto, ya que ésta es la única catástrofe registrada en la historia que merezca ser motivo de mención y de lamento achacable a la Energía Nuclear.

Es por todo lo anterior que se puede conceptualizar a la fuerza atómica, cuando es utilizada con fines pacíficos, como segura y eficiente. Su aplicación corre los mismos riesgos de un desastre, si no es que menos, que las demás fuentes de energía o incluso que un desastre natural.

### **3.1.1.1. Riesgos de un desastre nuclear por la utilización de una bomba atómica**

Los riesgos de proliferación de armas nucleares en la actualidad ya casi se han anulado por completo, por las medidas instauradas por la Organización Internacional de Energía Atómica, la cual asienta dentro de sus funciones como Organismo las bases para que estos materiales bélicos no sean construidos. Pero no todos los riesgos de proliferación se han eliminado, ya que no se escapa a la posibilidad de que en algún lugar del globo terráqueo, de forma clandestina sean construidos dichos aparatos.

Las diferentes naciones que conforman la OIEA han reconocido desde la instauración de este Organismo que el simple hecho de que existan bombas atómicas atenta contra la seguridad de la humanidad, ya que nadie escapa de que por algún error humano, técnico o de otra índole sea activado uno de esos aparatos que haga volar en pedazos una parte o todo el planeta; es decir que mientras exista un aparato nuclear con fines bélicos, también va a existir la posibilidad de que sea activado. Esta probabilidad sólo va a terminar cuando sean desactivados por completo estos artefactos.

Hay que tomar en cuenta que una de las medidas en contra de la proliferación de la carrera armamentista nuclear es que la OIEA cuenta con expertos especializados encargados de revisar en cualquiera de sus Estados miembros y sin restricción alguna, una instalación nuclear sospechosa de producir tales artefactos. De hacer el Estado Contratante un impedimento para dicha revisión, la OIEA sometería el caso a la Corte Internacional de Justicia, para tomar medidas al respecto e incluso para darle algunas sanciones muy severas, según sea el caso.

Como mencionamos en el Capítulo I, actualmente se encuentra registrado en el planeta el potencial nuclear capaz de destruir 35 veces la población del planeta entero, es por ello que la actual tarea de todas las naciones y de la Organización Internacional de Energía Atómica, es reducir al máximo ese arsenal para ya no tener que preocuparnos por los riesgos de un desastre de este tipo.

Es necesario tener en cuenta que el ciclo del combustible de casi todas las centrales nucleoelectricas, no favorece la proliferación de las armas atómicas. El sistema de salvaguardias encomendado a la Agencia Internacional de Energía Atómica por la Organización de las Naciones Unidas, ha probado su eficacia para evitar que el combustible gastado y el elemento combustible, sean destinados a usos indebidos. La experiencia adquirida, hoy confirma la posibilidad de mantener inventarios permanentes de extrema exactitud, para controlar debidamente todos los "materiales críticos" -materiales capaces de hacer una fisión nuclear-. Los países más importantes en la fabricación de armas atómicas, son miembros de la Agencia Internacional de Energía Atómica y han puesto la suspensión de sus ciclos de combustible, bajo la jurisdicción de dicho Organismo. La mayor parte de los países desnuclearizados, han aceptado las salvaguardias totales de la Agencia (ver cap. II), comprometiéndose a no poner en práctica programas de desarrollo de armamento nuclear. Es de suma importancia lograr que los países que aún no lo han hecho, modifiquen su actitud y se sometan a la supervisión de este organismo internacional.

Hay un caso que nos puede servir como ejemplo para darnos cuenta de que las bombas atómicas pueden hacer su aparición en cualquier momento; es decir, la desagradable experiencia del caso de Iraq (desde fines de la década pasada y que continúa flagelando polémica mundial hasta nuestros días) ello prueba que si una nación está decidida a fabricar armamento atómico, puede hacerlo sin tener que depender del reciclaje del combustible de las centrales nucleoelectricas. Las instalaciones en las que Iraq pretendía desarrollar su armamento nuclear, eran totalmente clandestinas; el país no contaba con una sola central nucleoelectrica, ni programa alguno para construirla. Para fines de 1997 y principios de 1998, expertos de la Organización de las Naciones Unidas han tenido autorización para un programa de inspección en aquel país del Medio Oriente con el fin de buscar armas atómicas y eliminarlas. Parte del arsenal con el que contaba Iraq ya fue desactivado.

## 3.2 Ventajas que la Energía Nuclear brinda a la humanidad

Existen muchas ventajas de la Energía Nuclear sobre las demás fuentes de energía - exceptuando a la electricidad, ya que es producto de la nucleoelectrica-, entre ellas, la primera que podemos mencionar es el costo de su producción. Aunque aparentemente puede resultar muy costoso el hecho de generar electricidad a partir de una central nuclear, por que los costos de su construcción sean muy altos, a largo plazo es más conveniente que las producción en las térmicas convencionales de carbón, petróleo o gas, ya que de estos combustibles se necesitarían cantidades muy grandes y por ende los costos de operación crecen, mientras que de uranio las cantidades son muy pocas y sus costos hasta el momento son proporcionalmente más bajos. Ejemplo de lo anterior es que 10 gramos de elemento combustible nuclear sea equivalente a 3.9 barriles de combustóleo.

Hay un problema al cual científicos de diferentes partes del mundo desean dar respuesta, y con ello tener la energía necesaria para ya no preocuparnos más. El problema radica en buscar medios sofisticados para el reciclaje del combustible gastado de las instalaciones nucleares; así como de los medios apropiados para extraer las densas cantidades de uranio que se encuentran en los océanos.

"En los mares según los cálculos registrados existen aproximadamente 5000 millones de toneladas de uranio, las cuales servirían muy bien para alimentar de electricidad al planeta por los próximos 5000 millones de años, que es el tiempo calculado para que se derrita, a causa de los cambios que ocurrirán en el Sol"<sup>1</sup>.

Otra ventaja que proporciona la Energía Nuclear es para aquellos países, como algunos de Europa del Este y Japón, que no cuentan con minerales como los combustóleos y por lo tanto tienen que recurrir a otros medios para satisfacer sus necesidades eléctricas. Naciones como Francia, en la actualidad están tomando cartas en el asunto al producir más del 70 por ciento de su electricidad a base de combustible nuclear; ya que es más fácil de extraer y

---

<sup>1</sup> COHEN, L. Bernard, La Energía Nuclear una Opción para el Futuro, Siglo XXI, México, D. F., 1993, p. 315

transportar que los otros energéticos, si tomamos en cuenta que las cantidades de uranio son muy pocas en comparación del petróleo, el gas y el carbón para obtener el mismo fin; además el uranio es un producto al alcance de casi todos los países que cuentan con las condiciones para su procesamiento.

Entre tanto, una ventaja más que proporciona la Energía Nuclear a la humanidad y que puede ser considerada como básica, es en otras áreas de la ciencia, como la medicina, la alimentación, la industria, la ecología o la conservación del patrimonio cultural, como lo pudimos apreciar en el Capítulo I. Es necesario tener muy en cuenta que cuando nosotros dormimos o realizamos alguna otra actividad; en algún lugar del mundo se están realizando investigaciones nucleares en aras de la ciencia y la humanidad. Descubrimientos nuevos como en su momento lo fueron las radiaciones anticancerígenas pueden revolucionar nuevamente al hombre, y darle más esperanzas de vida, así como mayores comodidades.

### 3.2.1. La próxima generación de Energía Nuclear en el mundo

Al hablar de la próxima generación de Energía Nuclear la podemos imaginar como algo a largo plazo, sin darnos cuenta de que es un proceso que según las circunstancias, empezaremos a vivir a más tardar en los próximos dos o tres años.

Para el año 2000 se estima que habrá quinientos veinte reactores de potencia en operación. Sin embargo, el porcentaje de la energía eléctrica generada en las plantas nucleares será ligeramente inferior al actual, sugiriendo que ya se alcanzó el máximo y comienza el descenso. Por otra parte, el crecimiento de la población mundial y el correspondiente aumento de la demanda de energía y en particular la electricidad, harán necesario un incremento en la oferta eléctrica. Dadas las incertidumbres en el desarrollo de otras fuentes de energía y la preocupación por los efectos ambientales -el efecto invernadero, la lluvia ácida y la contaminación del aire, vistas en el Capítulo I-, es previsible en el corto plazo,

esto es, en el intervalo 2000 - 2010, un resurgimiento de la Energía Nuclear en el mundo, mejor conocido hoy en día como la próxima generación de Energía Nuclear. El resurgimiento tendrá lugar basado en los reactores comerciales actuales, quizá de tamaño más reducido, con características más simples y sobre todo haciendo un mayor uso de las leyes físicas para garantizar la seguridad del personal y del público en caso de accidentes.

Esta nueva generación de Energía Nuclear no sólo es importante por que ayude a la producción de electricidad, sino que también va a formar parte de los nuevos hallazgos en la materia; y más que nada, que con las gestiones que hace la Organización Internacional de Energía Atómica, ya no va a ser una generación en la que el predominio de las bombas atómicas como primer actor, invada el temor de la población mundial y al mismo tiempo el miedo por esta energía, que no es más peligrosa que las demás.

### **3.2.1.1. ¿Por qué construir más plantas de Energía Atómica en el planeta?**

Hay una creciente opinión mundial con respecto a la necesidad de un desarrollo en el sector nuclear con fines pacíficos. El suministro de energía es crítico para las economías emergentes y para aquellas industrializadas, a fin de satisfacer las crecientes necesidades de sus sociedades. La energía, particularmente la eléctrica, es esencial porque su manejo es mucho más fácil que las demás y por ende trae más comodidades para todos. A este respecto la Energía Nuclear puede desempeñar un papel vital en la satisfacción de las futuras necesidades de electricidad, al servir de medio para su producción.

La electricidad producida a partir de la Energía Nuclear de fisión, ha sido evaluada con mayor rigor que cualquier fuente energética. Las centrales nucleoelectricas que han obtenido licencia para operar, diseñadas según las actuales normas y operadas por personal calificado, han establecido una marca de seguridad que no puede ser igualada por ninguna de las otras fuentes disponibles.

El accidente de Chernobyl fue sin lugar a duda un gran desastre; sin embargo, las características inadecuadas del diseño de esa central no estarán presentes en ninguna de las plantas nucleares del futuro.

No obstante de que la Energía Nuclear es la única fuente productora de electricidad que no es causa del efecto invernadero, ni la lluvia ácida o la contaminación del aire; produce desechos radiactivos. A lo cual no debemos preocuparnos, pues es en un volumen tan pequeño, que es posible y costeable almacenarlos y confinarlos permanentemente en instalaciones adecuadas, manteniéndolos alejados del medio ambiente para siempre.

Los desechos radiactivos producidos por las centrales nucleoelectricas existen desde hace más de 30 años, a partir de que la primera de ellas inició su operación comercial. La tecnología para su correcta disposición es algo bien estudiado y continúa siendo mejorada en gran número de países. Es obligación de la actual generación confinar sus desechos en forma segura y permanente. La condición esencial que cualquier sitio destinado a tal propósito debe llenar, es la seguridad y no su localización con relación a las fronteras entre Estados o naciones.

Nadie discute que la Energía Nuclear es ya en el presente una de las más importantes fuentes de abastecimiento de energía eléctrica; y por sus características, la que mejores perspectivas ofrece para el futuro. Las centrales nucleoelectricas proporcionan potencia básica, es decir, pueden producir electricidad en grandes cantidades, de día y de noche, permitiendo que las cargas de pico, sean abastecidas por las centrales termoeléctricas que utilizan algún combustible o fuentes alternativas de energía tales como la energía solar, el viento, la geotermia y la hidroeléctrica. El ahorro de energía eléctrica puede aminorar el incremento en las tarifas y aplazar por unos cuantos años, pero nunca eliminar, la necesidad de construir nuevas centrales, ya que la demanda siempre va a estar latente.

Las estadísticas de producción de las distintas nucleoelectricas del mundo, muestran que pueden competir en forma efectiva con las termoeléctricas convencionales. Aquellas proporcionan mejores posibilidades de suministro y en algunos países son de importancia crítica en la reducción de las necesidades de importación de petróleo o gas licuado. La marca de confiabilidad de estas centrales es mejorada año con año y su número sigue

aumentando, gracias a los programas de desarrollo nucleoelectrico de países tales como Francia, Japón, China, Corea, Taiwan, Rumania y Canadá.

Los recursos uraniferos son abundantes y el abastecimiento de combustible resulta económico en estos tiempos. El reciclaje del elemento combustible en específico, ayudaría a mantener los precios en un nivel bajo y a incrementar la disponibilidad de combustible hasta mediados o fines del siglo venidero. Además de que el desarrollo de las tecnologías de los últimos años, ha contribuido para que se permita producir suficiente elemento combustible, asegurando así su suministro durante futuras centurias.

Las centrales nucleoelectricas bajo la supervisión de la Agencia Internacional de Energía Atómica, no contribuyen a la proliferación de armas nucleares. Por tanto, las decisiones que afecten la importancia que en el futuro tendrán, dependerán fundamentalmente de factores económicos, del uso adecuado de los recursos energéticos disponibles y de circunstancias relacionadas con la preservación del medio ambiente.

A manera de conclusión podemos decir que la generación de electricidad -ya sea con combustible nuclear o de otro tipo- nos permitirá construir una base energética limpia, sobre la cual podremos edificar nuestro futuro desarrollo. A medida que otras fuentes energéticas lleguen a ser accesibles, podrá engrosar el inventario de recursos disponibles, al lado de los combustibles fósiles y de la Energía Nuclear, para consolidar la base de la energía del futuro.

### **3.2.1.2. El combustible del futuro**

No está por demás comentar después de lo expuesto en páginas anteriores, que el uranio puede llegar a ser el combustible del futuro, rebasando los límites ecológicos y de potencialidad, e incluso las condiciones de seguridad con las que actualmente cuentan los combustibles y el gas.

Otro combustible que se hace participe en la Energía Nuclear es el plutonio, obtenido a partir del uranio 238, que después de ser sometido en conjunto con el uranio 235 (único isóbaro de uranio fisionable como tal, ver cap. 1) a las fisiones de ciertos reactores nucleares, obedece a ciertos cambios. El combustible gastado de esta operación contiene pequeñas partículas de lo que era uranio 238, al cual podemos conocer como plutonio.

El plutonio puede ser separado del combustible gastado y así ser nuevamente utilizado, el problema es que no todos los reactores pueden servir para este fin. Se necesitaría de la construcción de nuevos reactores, lo cual resulta casi imposible por la mala reputación que posee este elemento, ya que el plutonio no sólo sirve para una instalación nuclear, sino que también es el combustible de preferencia para la construcción de bombas atómicas. Según muchas críticas de todo el mundo el plutonio es el elemento del diablo y por ello no permiten que se genere.

Al crearse más plantas productoras de plutonio, crecería también la posibilidad de que en ciertos lugares del globo terráqueo se construyeran bombas atómicas, ya que a partir de este elemento no es muy difícil, sólo se necesitaría del caparazón y otras construcciones menores de la bomba. Es por ello que hasta que no se tomen las medidas adecuadas o cartas en el asunto que restrinjan al máximo la producción de plutonio, no se tiene la certeza de, a qué lado se inclina ese combustible: al bien o al mal del hombre.

De cualquier forma, el éxito del uranio como combustible es tan grande que mientras se buscan nuevas formas para hacerlo inagotable, se puede utilizar el ya existente, dándole una optimización que se puede ver reflejada en la satisfacción de la demanda eléctrica de casi todos los lugares del mundo que así lo requieran y cuenten con las condiciones necesarias para tal fin.

## CAPÍTULO IV

### MÉXICO Y EL AMBIENTE NUCLEAR

Aún cuando en México el Uranio no es la principal fuente energética, la Energía Atómica juega un papel sumamente importante, ya que nuestro país es pionero en algunas investigaciones científico-nucleares de importancia mundial; asimismo, la nucleoelectrica contribuye con el cuatro por ciento de la electricidad que se consume en el país. Es por ello que el presente Capítulo está dedicado al rol que juega la Energía Atómica en México, así como su trayectoria histórica y sus perspectivas a futuro.

## 4.1. Relaciones México-OIEA

México ha sido miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica desde 1958. Además, México ha estado en la Junta de Gobernadores en 12 bienios; el primero de ellos de septiembre de 1959 a septiembre de 1961 y el último es el que actualmente cursa, que empezó en septiembre de 1997 y terminará en septiembre de 1999. Cabe destacar que la presencia de México ante la OIEA es asumida por la representante de nuestro país en Australia, es decir, por la embajadora Roberta Lajous Vargas, quien es apoyada y asesorada por el doctor Miguel José Yacamán, Director General del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), así como por su vasto grupo de científicos.

México se beneficia por su participación en el OIEA en varias formas, siendo las más importantes las siguientes:

### COOPERACIÓN TÉCNICA

Por medio del Programa Regular de Asistencia Técnica (PRAT), México recibe expertos, becas y visitas científicas, equipo y materiales, así como capacitación en cursos regionales e interregionales, que se financian con cargo a contribuciones voluntarias al Fondo de Cooperación Técnica (FCT).

"Tan sólo en el bienio 1993-1994 se asignó a los proyectos de cooperación y asistencia técnica que el OIEA brinda a México un total de 2,172,731 dólares estadounidenses. La cantidad correspondiente para el bienio 1995-1996 fue de 1,708, 300 dólares"<sup>1</sup>.

Las listas de los proyectos aprobados para el bienio 1993-1994, y para el bienio 1995-1996 se incluyen en el Anexo. También se incluye la lista de proyectos propuestos para el bienio 1997-1998.

---

<sup>1</sup>OIEA, Cooperación Técnica, Proyectos para el Programa Propuesto para 1995-1996. GOV/2768 y GOV/2768/add.1.

## CURSOS Y BECAS

Además de las becas directamente relacionadas con los proyectos de cooperación técnica del PRAT, los técnicos mexicanos tienen acceso a becas y a cursos de entrenamiento regionales o interregionales patrocinados por el OIEA en las áreas de su especialidad.

## CONFERENCIAS CIENTÍFICAS

El OIEA organiza y patrocina anualmente más de 300 conferencias científicas sobre los temas de su competencia. Los especialistas nucleares mexicanos participan en muchas de ellas. En algunos casos el OIEA sufraga total o parcialmente los gastos de traslado y estancia de los participantes mexicanos.

## CONTRATOS DE INVESTIGACIÓN

Como parte de su apoyo a la investigación científica, el OIEA otorga varios contratos de investigación a especialistas mexicanos que laboran en instituciones nacionales. Actualmente se cuenta con 19 contratos en vigor. Algunos de estos contratos se inscriben en el marco de programas coordinados de investigación en los que participan especialistas de varios países trabajando en diferentes aspectos de un tema central definido por el Organismo. Los montos de los contratos son modestos (del orden de 5 mil dólares estadounidenses) y se aplican exclusivamente a equipo y materiales. No obstante, son una ayuda importante para el desarrollo de proyectos específicos.

## FUNCIONARIOS MEXICANOS EN EL CUADRO ORGÁNICO DEL OIEA

Hay 17 ciudadanos mexicanos formando parte del cuadro orgánico de la Secretaría en puestos profesionales, directivos y de apoyo. En su conjunto, el personal mexicano percibe

anualmente cerca de un millón de dólares estadounidenses. Muchos otros mexicanos han formado parte del cuadro orgánico en años anteriores. La mayoría de ellos se han reincorporado a las instituciones nacionales de las que provenían y están aportando al país los conocimientos y experiencia que adquirieron durante su gestión en el OIEA.

Se debe destacar que el OIEA es uno de los pocos organismos internacionales en los que nuestro país se beneficia más de lo que aporta, una vez que se cuantifican nuestras contribuciones al presupuesto ordinario y al Fondo de Cooperación Técnica, así como las aportaciones en especie a través de proyectos de cooperación, becarios extranjeros recibidos, cursos regionales e interregionales organizados, participación de técnicos mexicanos en grupos de expertos y comités técnicos, así como salarios y prestaciones devengadas por el personal mexicano que labora en el OIEA.

#### CONVENCIONES Y ACUERDOS INTERNACIONALES EN MATERIA NUCLEAR QUE MÉXICO HA SUSCRITO CON EL OIEA

Desde 1967, México es signatario del Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en América Latina ( Tratado de Tlatelolco), del cual ha sido y es el principal promotor. En 1969, México se adhirió al Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP), que entró en vigor el 5 de marzo de 1970.

Ambos tratados obligan al Gobierno Mexicano a concertar con el OIEA acuerdos de salvaguardias sobre sus actividades nucleares y sobre los materiales básicos y materiales fisiónables especiales utilizados. De acuerdo con la Ley Reglamentaria, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias es la contraparte técnica del OIEA en la ejecución de estos acuerdos.

El gobierno de México ha suscrito también varias convenciones internacionales de particular relevancia para las instituciones del Sector Energético y en las que el OIEA juega un papel importante. Entre ellas están la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (1963); la Convención sobre la Pronta Notificación de Acciones Nucleares

(1988); la Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares (1989); la Convención sobre Seguridad Nuclear (1994); y la Convención Mixta sobre Seguridad en la Gestión de Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (1997).

La Junta de Gobernadores del OIEA ha aprobado una serie de medidas en materia de seguridad y protección de la salud, que en el caso de México son obligatorias para los proyectos que nuestro país ha concertado con el OIEA mediante acuerdos firmados en beneficio de las siguientes instituciones: El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ); El Instituto Politécnico Nacional (IPN); la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); y la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Se debe tener presente que el OIEA no es un organismo supranacional en materia de seguridad nuclear y radiológica, aunque existen algunos países que así lo desean. En el caso mexicano, la ley correspondiente estipula con claridad que la autoridad nacional en esa materia es la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, misma que tiene la responsabilidad de vigilar que en nuestro país se cumplan las normas y medidas de seguridad del Organismo, en los proyectos en que son aplicables.

#### 4.1.1. Contribuciones de México al OIEA

México contribuye al Organismo Internacional de Energía Atómica de dos formas, mediante las aportaciones financieras al Presupuesto Ordinario (PO) y al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica (FACT), y mediante contribuciones en especie a las actividades del Organismo.

Como contribuciones en especie se puede destacar que cada año México es sede de varios cursos regionales e interregionales patrocinados conjuntamente por instituciones mexicanas

y el OIEA. Se reciben también de 20 a 30 becarios extranjeros (principalmente latinoamericanos) que realizan estancias de uno a varios meses en instituciones nacionales.

Los expertos mexicanos en el campo nuclear contribuyen a las actividades científicas del OIEA participando como ponentes en muchas de las reuniones científicas patrocinadas por el Organismo, como consultores en Comités, Grupos Asesores y otros grupos de trabajo, como instructores en cursos de entrenamiento tanto en México como en el extranjero y como expertos en misiones de cooperación técnica en otros Estados Miembros.

Las contribuciones financieras oficiales aplicadas a nuestro país son fijadas durante las reuniones ordinarias de la Conferencia General del OIEA que se celebran de manera regular en septiembre de cada año, lo cual incide que se preste un desfase en los tiempos y en la información con relación a la elaboración del anteproyecto del Presupuesto de Egresos del Gobierno Federal, originando diferencias entre las cuotas oficiales y las presupuestadas.

La Secretaría de Energía es la responsable de cubrir anualmente las cuotas al Presupuesto Ordinario (PO) y al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica (FACT) del Organismo.

Antes de entrar en detalles con respecto a las aportaciones financieras de México al OIEA, cabría destacar algunos puntos que hacen de México un país estratégico para el Organismo:

- México mantiene un liderazgo en la región de América Latina en el seno del Organismo, por lo cual un retraso en sus pagos implica una disminución de su imagen política, tanto en esta región como en el resto de los países que participan en el OIEA.
- Existe una propuesta por parte del Organismo para incentivar a los países que cubran oportunamente el pago de sus contribuciones, al otorgárseles mayores recursos para la ejecución de proyectos de cooperación y asistencia técnica, lo cual implicaría una reducción e incluso cancelación de los beneficios que recibiría nuestro país en el corto plazo en caso de no cubrir con sus compromisos financieros.

- Actualmente México forma parte de la Junta de Gobernadores del Organismo, instancia en la cual se adoptan las decisiones de carácter técnico y político de mayor relevancia en el quehacer del OIEA, por lo que de prevalecer un incumplimiento en sus cuotas influiría en el retiro del voto de México en este órgano.

#### **4.1.1.1. Contribuciones de México al Presupuesto Ordinario (PO) del OIEA**

Las cuotas destinadas al Presupuesto Ordinario (PO) de parte de los Estados Miembros, sirven para cubrir los gastos administrativos y operativos del OIEA, debiéndose pagar en el mes de enero de cada año, una parte en dólares y otra en chelines austriacos.

##### **APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1994**

"Durante 1994 se le asignó a México una aportación de 1,33,665 dólares americanos (0.90%), del cual, por las modificaciones en cuanto al tipo de cambio del chelín austriaco respecto al dólar estadounidense, se favoreció a México y se obtuvo un saldo a favor de 14,785 dólares.

##### **APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1995**

Durante 1995 se le asignó a México una aportación de 1,431,620 dólares (0.89%). Pese al retraso en los pagos (uno a mediados y otro al final del año), se pudo finiquitar su totalidad de esta cuenta, y que al igual que en 1994, donde el cambio en la cotización de las divisas entre el chelín y el dólar, se obtuvo un ahorro de 17,600 dólares; además de obtener un saldo positivo de 21,828 dólares, resultado de una aportación adelantada para 1996.

#### APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1996

Durante 1996 se le asignó a México una aportación de 1,302,837 (0.78%). Para cubrir este adeudo México contó con un fondo de ahorro depositado en el Organismo de 39,428 dólares (17,600 por cambio de cotizaciones en las divisas y 21,828 del sobrepago en las aportaciones de 1995); sin embargo, no se hizo ningún otro pago hasta fines del año, debido a que la Secretaría de Hacienda programó los pagos a organismos internacionales hasta octubre de 1996, según informes de la Dirección General de Administración de esta secretaría.

#### APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1997

Durante 1997 se le asignó a México una aportación financiera para el Presupuesto Ordinario de 13,750,000 chelines austriacos y 216,000 dólares americanos (1,498,300 dólares en total).

#### **4.1.1.2. Contribuciones de México al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica (FACT) del OIEA**

Las cuotas al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica están orientadas a la ejecución del Programa Regular de Asistencia Técnica (PRAT) del OIEA, a través del cual se apoya a los Estados Miembros con asesoría, desarrollo de proyectos y cursos de capacitación. Las cuotas aunque son fijadas por el OIEA, son de carácter voluntario y se realizan exclusivamente en dólares americanos.

#### APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1994

Para la cuenta al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica, a México se le asignó durante 1994 un monto de 526,500 dólares del cual sólo pudo cubrir 460,000 dólares, por lo que

tuvo un adeudo de 66,500 dólares al finalizar el año. Sin embargo, el ahorro obtenido en el Presupuesto Ordinario se transfirió al saldo deudor de esta cuenta, quedando con un adeudo de 51,715 dólares.

#### APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1995

Para la Cuenta al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica, a México se le asignó durante 1995 un monto de 547,350 dólares del cual, al igual que el adeudo anterior, que se pagó con retraso, se pudo cubrir tanto el monto total asignado, como el adeudo del año anterior que fue de 51,715 dólares.

#### APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1996

Para la cuota al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica, a México se le asignó durante 1996 un monto de 503,100 dólares. Al igual que la cuenta del Presupuesto Ordinario no se pudo hacer algún pago hasta fines de año.

#### APORTACIONES FINANCIERAS DE MÉXICO PARA 1997

Para la cuota al Fondo de Asistencia y Cooperación Técnica, a México se le asignó durante 1997 un monto de 575,000 dólares americanos, el cual fue cubierto en su totalidad"<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Secretaría de Energía / Dirección General de Asuntos Internacionales / Dirección de Estrategia e Información Internacional, Aportaciones al Organismo Internacional de Energía Atómica, México D.F., 1997. pp. 1 y 2.

## **4.2. La dinámica de la Energía Atómica en México desde sus orígenes hasta nuestros días.**

Desde hace aproximadamente 40 años, México utiliza la tecnología nuclear en la medicina, la industria y la investigación y desde 1990 en la generación de energía eléctrica.

Las instalaciones nucleares más importantes de México son, sin lugar a duda, las dos unidades de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Veracruz. La primera de ellas inició su operación comercial, como ya mencionamos, en 1990 y la segunda en abril de 1995. Las otras instalaciones nucleares existentes son el reactor de investigación Triga Mark III y la planta piloto de fabricación de combustible nuclear del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y los conjuntos subcríticos del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ).

Las instalaciones radiactivas son operadas por instituciones públicas o privadas, que deben obtener de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) los permisos, licencias y autorizaciones para utilizar, poseer o transportar material radiactivo. "Se tienen registrados (hasta 1997) 1,074 usuarios titulares de autorizaciones, permisos o licencias, siendo los principales rubros de utilización los hospitales y las industrias"<sup>3</sup>.

Algunas de las instalaciones nucleares radiactivas más importantes de México son el laboratorio de materiales radiactivos y el centro de almacenamiento de desechos radiactivos del ININ; los irradiadores de materiales (sirven como mencionamos en el Capítulo I a la antropología, la criminalística, la ecología, etc., en muy diversas formas), equipos y alimentos del ININ y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); el irradiador de larvas de mosca del Mediterráneo establecido en Chiapas, así como 90 unidades de terapia y quince aceleradores lineales de partículas cargadas para uso médico.

---

<sup>3</sup> Poder Ejecutivo Federal, Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000. México, D.F., 1995, p. 35.

Como podemos darnos cuenta, México ha tenido una gran carrera en términos de lo que se refiere a Energía Nuclear para usos pacíficos, ya sea en la medicina, la industria, la investigación o en otras áreas -puntos que trataremos con detenimiento posteriormente-, pero ¿Qué relación ha existido entre México y la Carrera armamentista nuclear a lo largo de la historia de este tipo de fuerza en nuestro país?. Existen investigadores en todo el mundo que llegaron a pensar que México se iba a unir a la lista de países que cuentan con arsenal nuclear, para a más tardar, a mediados de esta década, por el hecho de ser vecino del país más poderoso de mundo; es decir, con motivo de estar preparado con los medios potenciales nucleares para repeler alguna agresión en contra de la Unión Americana que pudiera tener repercusiones para México, o simplemente que pudiera pasar lo que ocurrió durante la Segunda Guerra Mundial, en la cual México no tenía intenciones de entrar, pero las circunstancias lo obligaron.

Todas esas suposiciones en su momento fueron aceptables, pero hoy en día no, ya que México es uno de los principales países que apoyan al Organismo Internacional de Energía Atómica para la no proliferación de armas nucleares.

Los principios que informan la actitud internacional de México siempre se hacen partícipes en cualquier representación diplomática, por lo que cabe citar aquí uno de ellos, "México ha sabido resolver admirablemente el problema de sus fuerzas armadas, que quedan reducidas a un contingente casi simbólico destinado a garantizar al país contra la agresión exterior, a mantener el orden interior y asegurar la estabilidad de las instituciones..."<sup>4</sup>. Es por ello y por el principio de solución pacífica de controversias de nuestra política exterior, que México se ve cada vez más distante del armamento nuclear.

Por último, cabe destacar que las áreas uraníferas confirmadas y más promisorias se localizan en diversas regiones de la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, principalmente en Chihuahua y Durango; en la porción central de Sonora; en la zona limítrofe entre Nuevo León y Tamaulipas, y en la parte centro occidente de Oaxaca.

---

<sup>4</sup> SEARA, Vázquez Modesto. Política Exterior de México. Harla. México. D.F.. 1985, p. 88.

"Se estima que las reservas de Uranio ascienden a 14.5 miles de toneladas (MT), de las cuales se tienen ubicadas 10.6 MT. El potencial uranífero continúa siendo incierto, ya que la exploración quedó suspendida en los primeros años de la década pasada"<sup>5</sup>.

#### 4.2.1. Instituciones mexicanas relacionadas con la Energía Atómica y sus funciones

En México, son reconocidos por la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, la Secretaría de Energía (SE), el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), como principales instituciones involucradas con la atómica. A continuación daremos referencias de cada una de ellas:

- La Secretaría de Energía (SE), que se encarga de encabezar todo lo que tiene que ver con el sector, desde lo económico hasta las representaciones diplomáticas en organismos internacionales.
- El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), que se ocupa de la investigación y el desarrollo en el ámbito de la ciencia y la tecnología nucleares.
- El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), que se ocupa de la investigación y el desarrollo en relación con el mejoramiento y el desarrollo de la industria eléctrica, de la difusión de éstas tecnologías dentro del sector eléctrico y de dar asesoría técnica a la Comisión Federal de Electricidad, así como a la industria eléctrica y a empresas de ingeniería en el ramo.

---

<sup>5</sup> Poder Ejecutivo Federal, Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000. México, D.F., 1995, p.15.

- La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), que es el órgano encargado de garantizar la seguridad de los habitantes del país desde el punto de vista nuclear, radiactivo y de salvaguardia; vigilar las instalaciones nucleares mediante el establecimiento de normas; y garantizar el cumplimiento de las disposiciones legales y los tratados internacionales en la materia.

La Comisión plantea como prioridades:

- Verificar el cumplimiento a las disposiciones legales en materia de seguridad nuclear y salvaguardias durante las etapas de diseño, construcción, pruebas y operación de instalaciones nucleares y radiactivas; así como la atención a emergencias;
- Extender permisos y licencias para el uso, manejo, importación, exportación o posesión de materiales radiactivos, o bien para la construcción u operación de instalaciones nucleares;
- Representar a la Secretaría de Energía ante las autoridades federales, estatales y municipales, así como ante usuarios, organismos internacionales y colegiados privados en materia de seguridad nuclear y salvaguardias;
- Realizar reuniones técnicas con solicitantes de licencias y permisos, para adoptar resoluciones de asuntos de seguridad, así como reuniones con otros organismos para analizar y programar aspectos de seguridad.

Existen algunas otras instituciones de investigación y enseñanza como la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, pero no son contempladas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, porque se inclinan más que nada a la educación y a investigaciones, que obedecen a una relación directa con el ININ.

#### **4.2.1.1. El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) como principal institución de investigaciones nucleares en México**

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), desde su creación en 1979, ha desarrollado funciones sustantivas en materia de investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnologías nucleares, así como la promoción de usos pacíficos de la Energía Nuclear y la difusión de avances científicos.

Para darnos una idea de cómo ha sido la situación del ININ y de cómo ha salido adelante hasta ser considerado como el futuro Instituto Regional de América Latina, es necesario hacer un poco de historia. Hasta 1994, la problemática que presentaba el ININ era:

Infraestructura de cómputo rezagada, limitada comunicación con las redes de información y bancos de datos; equipamiento obsoleto y falta de mantenimiento; escasos recursos humanos en áreas de investigación y desarrollo, sobre todo a nivel de doctorado y exceso de personal administrativo; acceso limitado a fuentes de financiamiento para proyectos de investigación e infraestructura; gastos excesivos de administración en demérito de las áreas sustantivas del Instituto; políticas deficientes de comercialización; aislamiento con respecto a institutos y centros de investigación nacionales, así como escasa relación con los sectores público y privado; productividad científica y tecnológica por debajo del promedio aceptable para un instituto de investigación y escasa pertinencia de los proyectos de desarrollo en el Instituto.

A pesar de lo anterior, pudieron mantener grupos importantes de investigadores, profesionistas y técnicos que obtuvieron resultados significativos para el desarrollo del país en la materia. Como ejemplo de lo anterior podemos decir que México se integró al selecto grupo de países productores de combustible nuclear. Asimismo, se ha mantenido e incrementado el servicio a un alto número de empresas en irradiación de alimentos; se mantuvo la producción y distribución de radioisótopos a más de 90 hospitales; se dieron servicios a al Central Nuclear de Laguna Verde en las áreas de protección radiológica, administración de combustible, análisis probabilístico de seguridad, pruebas y calificación de equipo, ingeniería del reactor, mantenimiento electrónico y capacitación.

En el presente sexenio, la administración del ININ se ha desplegado a un esfuerzo para transformar al Instituto, con el objeto de lograr una mayor protección y apoyo a sus áreas sustantivas. Este esfuerzo culminó con la concepción del instituto como Laboratorio Nacional, sustentado a través de centros especializados. Esta planeación para el periodo 1995-2000, quedó establecida en el programa de Reestructuración y Desarrollo del Sector Energía.

"Con el objeto de abrir nuevas oportunidades para el desarrollo académico del personal del ININ, se crearon cinco programas de posgrado, en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Autónoma de Hidalgo y el Organismo Internacional de Energía Atómica. Se incrementó la participación de becarios de 33 a 199, con un aumento, en promedio del 100% en el monto de las becas. Asimismo, creció de manera considerable la participación de los investigadores en los congresos nacionales e internacionales. El número de convenios de colaboración nacionales aumentó de 18 a 28, el número de proyectos con el sector productivo pasó de 2 a 9, y se incrementaron el número de proyectos académicos con el sector de educación superior de 6 a 17. Se impulsó a los profesionistas e investigadores del ININ a mejorar su nivel académico, dando como resultado que de 51 maestros en ciencias se pasara a 71 y de 34 doctores, a 42; asimismo, el personal que pertenece al Sistema Nacional de Investigaciones pasó de 46 a 58"<sup>6</sup>.

Para abatir el rezago en equipamiento se adquirió nuevo y mejor equipo, como el difractor de rayos X, microscopios de transmisión y de barrido, y equipo de rayo láser para limpieza de monumentos. Asimismo, se está en proceso de licitación para adquirir un nuevo acelerador de partículas. Adicionalmente, se adquirieron 141 computadoras personales, 46 estaciones de trabajo de alto desempeño y se puso en operación el enlace satelital y la conexión a Internet. Junto a estas acciones, se modernizó el sistema telefónico con la adquisición de un nuevo conmutador digital.

"Como parte de lo realizado para incrementar sus fuentes de ingresos y compensar la

---

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares Contacto Nuclear, Año 1, Nº 1, Mayo de 1997, p. 3.

escasez de recursos en general, el Instituto realizó una reordenación de su gasto, privilegiando la asignación de recursos orientados a las actividades sustantivas -investigación y desarrollo tecnológico- incrementándose éste de 64 a 76 por ciento. Por otra parte, el gasto en las actividades administrativas se redujo del 36 al 24 por ciento.

En relación con la búsqueda de nuevas fuentes de financiamiento, se realizaron gestiones exitosas para la obtención de recursos orientados a la realización de proyectos de investigación e infraestructura, cátedras patrimoniales y repatriaciones, que suman \$ 3'733,228. Simultáneamente, se logró la obtención de fondos adicionales, a través del Organismo Internacional de Energía Atómica, en sus áreas de cooperación técnica"<sup>7</sup>.

De 1995 a 1996 se incrementaron en aproximadamente 100 por ciento los ingresos por la venta de bienes y servicios que proporciona el Instituto. Para 1997, el ININ planteó estrategias para la obtención de mayores recursos propios, a través de nuevas áreas de oportunidad para la aplicación de técnicas nucleares y convencionales en el desarrollo científico y tecnológico de México. Mediante la realización de las siguientes acciones se ha abierto el espectro de áreas de impacto del Instituto en campos tales como: tratamiento de desechos biológicos infecciosos, plaguicidas y residuos líquidos peligrosos; análisis e impacto de la materia particulada suspendida en la atmósfera de las zonas urbanas de la Ciudad de México, Monterrey y Ciudad Juárez, entre otras; impacto decisivo al desarrollo de la física médica en México, mediante la próxima introducción de ciclotrones para la producción de nuevos radiofármacos de vida media corta; extensión de las técnicas nucleares y convencionales a la conservación del patrimonio cultural; gestión para instalar nuevos irradiadores para el tratamiento de alimentos, gestión de desechos radiactivos; metrología de radiaciones ionizantes y aplicaciones de radioisótopos a la agricultura y a la biotecnología. Asimismo, el ININ forma parte de la opción nuclear mexicana, que ha culminado con la operación eficiente y segura de dos reactores para la producción de energía eléctrica en la planta de Laguna Verde, Veracruz.

El ININ busca convertirse, en los albores del nuevo milenio, en una institución de excelencia con la capacidad de responder a las necesidades de desarrollo del país, abriendo sus

---

<sup>7</sup> Ídem, p. 4.

laboratorios y tomando el reto de una apertura internacional en materia de transferencia y asimilación de tecnología, para funcionar como un *Laboratorio Regional en América Latina*.

#### 4.2.1.1.1. Contribuciones del ININ a los usos pacíficos de la radiación nuclear

En complemento con el Capítulo 1.3, titulado *La importancia de la generación de Energía Nuclear en el mundo desde su descubrimiento hasta nuestros días*, se hará a continuación un pequeño esbozo especificando con detalles los casos en los cuales México ha tenido ingerencia y óptimos resultados, mostrando la posición del país con respecto al ambiente nuclear mundial. Dichos resultados están directamente vinculados con el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, por ser éste último el principal órgano encargado de realizar investigaciones radiológicas en el país.

##### 4.2.1.1.1.1. Contribuciones del ININ al Sector Salud

Desde hace algunos años, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares proporciona el 65 por ciento de los radioisótopos que se usan para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades a más de 80 centros de medicina nuclear en México. Uno de los usos más importantes de estos radioisótopos o isótopos radiactivos, es para la detección en niños recién nacidos posibles deficiencias o malformaciones hormonales, que tratadas a tiempo, evitan el desarrollo de enfermedades del sistema nervioso con posibles retrasos mentales asociados; hay que hacer notar que solamente el 10 por ciento de la población infantil en México tiene acceso a este tipo de detección, ya que los radioisótopos que se utilizan para tal fin, tienen un costo muy alto de importación. Estos pronto se van a producir en el Instituto, para incrementar la disponibilidad de uso en la población infantil, a fin de que las

próximas generaciones puedan contar con una mejor calidad de vida.

Los enfermos terminales de cáncer de próstata, mama y pulmón, ven incrementada su calidad de vida, al usar un radiofármaco fabricado en el ININ, que evita el dolor sin la pérdida de conocimiento que se tiene al usarse drogas comunes.

En los últimos años, la nitidez de las imágenes obtenidas por *resonancia magnética nuclear*\* se han hecho indispensables en el diagnóstico médico, sobre todo de tumores cerebrales; este análisis permite observar alteraciones anatómicas en los tejidos. La demanda de las ciencias médicas no se limita solamente a observar estas alteraciones, requiere además de técnicas que les permitan determinar procesos metabólicos en los tejidos, para así atacar el origen de esas disfunciones.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares dispone además de uno de los pocos centros latinoamericanos para calibrar los equipos de radiodiagnóstico y tratamiento, que se utilizan en los centros hospitalarios; de esta forma contribuye a reducir la dosis de exposición por radiación a los pacientes.

#### 4.2.1.1.2. Contribuciones del ININ a la Ecología

Existen materiales orgánicos e inorgánicos considerados como desechos peligrosos, cuyo almacenamiento o disposición final presenta riesgos al ambiente. El ININ ha desarrollado equipos experimentales para poner la solución a dos grandes grupos de estos desechos peligroso: ascareles y desechos hospitalarios.

Los ascareles (como mencionamos en el Capítulo I) son líquidos orgánicos que se utilizaron como aislantes y refrigerantes en los transformadores de energía eléctrica. Por su alta toxicidad, la Comisión Federal de Electricidad los ha sustituido por otro tipo de compuestos, sin embargo, por su alta estabilidad, la destrucción de ascareles no es simple y se han tenido

---

\* La resonancia magnética nuclear se puede entender como algo similar a los rayos X, únicamente que con más alcance y nitidez, que muestra perfectamente alguna zona afectada por cáncer.

que almacenar para evitar riesgos al ambiente. El Instituto ha instalado un laboratorio para la degradación de ascareles; la base de esta tecnología se desarrolló mediante un convenio con Los Alamos National Laboratory, de Estados Unidos; los resultados de ambos laboratorios permitirán la construcción de una planta piloto móvil capaz de procesar, en el sitio, los líquidos almacenados.

Los desechos hospitalarios por su cantidad y toxicidad no se pueden enviar a depósitos sanitarios, tampoco su incineración es conveniente por la gran diversidad de materiales presentes. Una alternativa viable para la destrucción de dichos desechos se ha desarrollado en el ININ con apoyo del Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACyT) y en colaboración con la Universidad Paul Savatier de Francia. El equipo experimental permite la destrucción de todo tipo de materiales, incluyendo metal, plástico, cartón, gases, líquidos, etc. El Sector Salud ha manifestado su interés en los resultados obtenidos, contándose ya con la ingeniería básica para la instalación de una planta piloto.

Además de la destrucción de desechos peligrosos, el diagnóstico de contaminantes en el ambiente es de suma importancia, cuando se requiere evaluar aspectos epidemiológicos o cuando se requiere identificar el origen de algún daño en la flora y fauna. Para lograr uno u otro propósito, el Instituto dispone de técnicas de análisis moleculares, atómicas y nucleares, que permiten detectar la radiación emitida natural o inducida de cualquier elemento, por pequeña que sea su concentración en cualquier tipo de muestra, sea sólida, líquida o gaseosa. La cantidad del aire de la zona metropolitana de la ciudad de México, está íntimamente relacionada con aspectos epidemiológicos que ingieren en un daño potencial a la salud; no basta determinar el contenido de metales en suspensión en la atmósfera, es necesario evaluar cuantitativamente el contenido de estos metales como función del tamaño de partícula, ya que las partículas menores de 10 micras son las respirables. Investigadores del ININ publican desde hace ya varios años, los resultados del monitoreo del contenido de metales en partículas, en diversos puntos críticos de la ciudad de México.

Recientemente un grupo de investigadores del ININ determinó el origen de la muerte de 6000 carpas en un reservorio situado en el municipio de Toluca, Estado de México. Los resultados de los análisis mostraron que los peces contenían compuestos que se utilizan en la industria de los colorantes, pequeñas cantidades de herbicidas y metales pesados; sin embargo, estos contaminantes no rebasaron los límites máximos permisibles. La explicación

de este daño ecológico, fue el contar con evidencia de una alta concentración local de cloro durante la potabilización del reservorio, la cual causó la muerte rápida de los peces. La evidencia se pudo constatar por la ausencia local de bacterias y deterioro de la vegetación acuática.

#### 4.2.1.1.1.3. Contribuciones del ININ a la Alimentación

Desde hace ya casi diez años, el ININ contribuye a la preservación de alimentos como el ajo, el chile, la soya, el cártamo, los cereales, etc., mediante el tratamiento en una planta industrial que opera comercialmente las 24 horas del día. La calidad de los alimentos así procesados permite su exportación con un consecuente ingreso de divisas al país. Un estudio de factibilidad y rentabilidad de estas plantas disponible a la industria privada, demuestra que es posible la instalación de hasta 12 de ellas en el centro del país, ampliando el tratamiento a frutas y verduras como el mango tipo kent, el aguacate, el papayo y otras.

En la planta de irradiación también se realizan estudios de fitomejoramiento, es decir, estudios en donde se irradian algunos productos vegetales o frutos como el aguacate del tipo Hass, cuyo árbol tiene entre 14 y 18 metros de altura, presentando problemas durante la cosecha y desinsectación, ya que implica el uso de escaleras. Sin embargo, el tipo Hass es el aguacate de más consumo en el mundo; por ello, en la irradiación se han encontrado medios para producir árboles de menor tamaño y con mejores productos.

En el ININ, estudios en el trigo ya dieron como resultado la liberación comercial de dos especies que también fueron mejoradas. Como mencionamos en el Capítulo I, mediante técnicas de rendimiento se pueden obtener beneficios de hasta más de un 80 por ciento y en mayor resistencia del tallo del trigo; esta resistencia es importante porque mucha de la pérdida de la cosecha de este producto la causa la lluvia o el viento, ya que al ser débil el tallo se quiebra y se pierde la espiga.

Otra de las aplicaciones derivadas de la Energía Nuclear y en la que México es líder mundial, es el control de la mosca de fruta. Desde hace ya varios años, la Secretaría de Agricultura y

Recursos Hidráulicos (SARH) opera una instalación en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, cuya finalidad es irradiar larvas de estas moscas. Las larvas irradiadas se desarrollan como moscas estériles, que al ser liberadas por millones en un área de 200 km<sup>2</sup> y al aparearse con moscas silvestres no producen descendencia. Este control ha disminuido sensiblemente en un factor de 40 veces el deterioro que dichas moscas producían a las frutas de la región, con el consecuente beneficio económico y sanitario. La SARH también opera otros tres irradiadores en Metapa, Chiapas, para la esterilización de moscas de gusano barrenador, que acaba con el ganado vacuno, dañando sensiblemente la economía ganadera local y amenazando con extenderse a otras regiones. México se ha declarado ya libre de estas clases de mosca, aunque por seguridad, se mantiene el programa de esterilización y se exportan moscas estériles a Centro América.

Ambos programas contaron con la asesoría de la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO), dependiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), obteniéndose grandes resultados que prevén que en un futuro se incorporen más especies vegetales mejoradas y menos especies de moscas.

#### **4.2.1.1.4. Contribuciones del ININ para la creación de Nuevos Materiales**

La primera generación de materiales sintéticos de importancia mundial creados por el hombre, la constituyó el plástico. Es muy posible que en pocos años, la generación de un nuevo material experimente un cambio similar en la sociedad, cuando se logren fabricar comercialmente nuevos compuestos formados por moléculas gigantes de Carbono. En la actualidad, varios laboratorios en el mundo, entre ellos el ININ, son pioneros en la investigación básica que permitirá derivar la tecnología apropiada para la producción industrial de estos nuevos compuestos, con propiedades de dureza superiores a las del diamante pero sumamente ligeros.

#### 4.2.1.1.1.5. Contribuciones del ININ a la Generación de Energía

La transparencia real y expedita de tecnología, sólo es posible cuando se tienen cuadros básicos de recursos humanos capaces de utilizarla. Un ejemplo de esto, es la tecnología recibida por General Electric para la producción de ensambles de combustibles, que el ININ fabrica para la Central de Laguna Verde, con un personal 100 por ciento mexicano; cumpliendo además con programas estrictos de normatividad, seguridad y calidad.

El Instituto también ha colaborado con Japan Atomic Energy Research Institute de Japón, en un grupo de investigación para un posible combustible del futuro; el Hidrógeno. Los dos grandes retos que enfrenta la ciencia en este campo, son: ¿Cómo producir Hidrógeno sin consumo de fuentes convencionales de electricidad? y ¿Cómo almacenarlo en una forma diferente a la gaseosa?. La respuesta a estas dos preguntas pondrá al servicio de la humanidad una fuente inagotable de energía cuya combustión produce agua.

Hay algo más que también es promisorio. México tiene un gran potencial minero, este potencial no está totalmente explorado, a pesar de que por muchos años hemos ocupado el primer lugar en la explotación de plata y algunas veces de oro, hay otros minerales como el Uranio que son de interés para la industria nacional.

Existe en México el Consejo de Recursos Minerales, cuya misión es hacer la carta geoquímica del país, esto es, hacer el análisis de los minerales en los diferentes estados, con el objetivo de determinar la potencialidad minera del país. Una de las tecnologías que se utiliza, quizá la más exitosa para poder determinar simultáneamente varios elementos a la vez en cualquier tipo de muestra, es el *análisis por activación* (esta es una técnica que ayuda a diferenciar cualquier tipo de elemento en una muestra, a través de la Energía Nuclear, ver Cap. I). Lo que se requiere es convencer a las autoridades superiores con el objeto de utilizar más el reactor del Centro Nuclear, para realizar *análisis por activación* y caracterizar al país en lo que al mapa geoquímico se refiere\*.

---

\* La caracterización del país en un mapa geoquímico, sería algo así como identificar a cada uno de los elementos químicos que conforman el sustrato de la República Mexicana.

Finalmente, hay que tomar muy en cuenta que el 4 por ciento de la electricidad que se consume en el país proviene de la nucleoelectrica y como vimos en el Capitulo I, no produce lo que se conoce como el *efecto invernadero*, la *contaminación del aire* y la *lluvia ácida*. La generación de electricidad por las térmicas convencionales es un problema sumamente significativo para la contaminación de la ciudad de México, ya que en las cercanías de esta capital, una de las más contaminadas del mundo, se produce más del 17 por ciento de la electricidad del país.

Un punto muy benéfico que aunque no tiene que ver con la Energía Atómica no contribuye a ningún tipo de contaminación, es el hecho de generar electricidad a partir de hidroeléctricas, es decir almacenar agua de lluvia en presas para después procesarla en forma de electricidad. Ello contribuye a utilizar más procesos físicos que no contaminan. En México, se lleva a cabo dicho método en más de un 50 por ciento, por lo cual la principal preocupación sería eliminar las térmicas convencionales, sustituyéndolas por hidroeléctricas o nucleoelectricas que no tienen ningún efecto nocivo de significación considerable para el ambiente.

#### **4.2.1.1.6. Contribuciones del ININ a la preservación del Patrimonio Cultural**

Existen toda una serie de técnicas nucleares para la limpieza y restauración de piezas de gran valor histórico, las cuales nos ayudan a que conozcamos más de la vida de nuestros ancestros.

Como hemos mencionado en el Capitulo I, el rescate de los vestigios del pasado es una responsabilidad de los países para con su historia milenaria. En México, el análisis, la restauración y la limpieza de objetos históricos, representan alternativas sin paralelo que ofrece el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares para la conservación y el mejor conocimiento del patrimonio cultural.

En la Unión Americana, durante la década de los setentas, se utilizaron los primeros estudios

para la aplicación de técnicas nucleares en apoyo al trabajo de antropólogos y restauradores. En nuestro país, fue hasta los años ochentas cuando se utilizaron los primeros análisis, ya que de manera informal los historiadores solicitaron a un científico nuclear su colaboración para limpiar, analizar y restaurar algunas piezas. Esto despertó el interés de varios investigadores mexicanos por adoptar instrumentos y procedimientos nucleares para el tratamiento de hallazgos arqueológicos.

Fue hasta 1996 cuando se firmó un convenio de colaboración entre el ININ y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), para encauzar los resultados obtenidos de la limpieza, análisis y restauración de materiales, hacia acciones de conservación. La limpieza, análisis y restauración representan un fundamento científico de indudable valía para reconstruir hechos históricos. Corresponde a los arqueólogos e historiadores contextualizar los hallazgos y ofrecer una visión consistente de nuestra historia con fundamentos de carácter científico.

Fundamentalmente, las ciencias nucleares ofrecen a la antropología dos opciones: la limpieza de monumentos y objetos por medio del rayo láser y el análisis y restauración de huesos, cerámicas, piedras, pigmentos y otros objetos.

Recientemente, el ININ adquirió en Francia un equipo de rayo láser, que permite retirar de los objetos históricos la capa formada a lo largo de varios siglos, sin dañar la pieza. El láser se ajusta a una potencia determinada para "disparar" sobre los objetos de piedra, madera, metal o papel y poder recuperar su valor estético; además de evitar que la pieza continúe deteriorándose por la presencia de microorganismos u otros agentes acumulados.

En la Energía Atómica existen ciertas técnicas que ayudan a identificar todos y cada uno de los elementos que conforman algún objeto, ayudando con ello, a que sea reconstruido o restaurado con la mayor certeza posible.

En el INAH aún se realizan procesos de limpieza, investigación y restauración por medio de análisis químicos convencionales, lo que resulta difícil, lento y en ocasiones fatal para la pieza, ya que llega a destruirse. En contraparte, con técnicas nucleares las piezas que se irradian, no se destruyen y en tres minutos pueden obtenerse resultados asombrosos

Asimismo, la radiación gama para tratamiento de vestigios en papel, constituye un punto sustancial. Pruebas de microscopía electrónica han identificado la presencia de hongos en documentos antiguos, donde la humedad del ambiente permite su crecimiento y el consecuente daño del papel. Por medio de la radiación gamma, es posible eliminar los microorganismos y garantizar la conservación de documentos de incalculable valor histórico. El Instituto, actualmente realiza pruebas para determinar las dosis que deben aplicarse en cada caso de papel.

Los resultados derivados de las aplicaciones de técnicas nucleares han revelado importantes datos: determinar las sustancias conservadoras que pueden aplicarse a los objetos antiguos para no dañarlos; identificar la región de procedencia de obsidias y otros materiales, para establecer rutas de intercambio comercial en el México prehispánico y entre otras, determinar la dieta de un grupo humano a partir de los elementos encontrados en sus huesos (paleodieta).

En el ININ se han limpiado, analizado y restaurado cerámicas provenientes de San Luis Potosí y las obsidias de yacimientos de toda la República, con lo que se tiene un completo patrón de referencias; se está construyendo la paleodieta de algunos restos óseos de Teotihuacán; se estudian cobres y otros metales provenientes de Uruapan y Tzinzuntán de la colección del paveyón y metales prehispánicos del Templo Mayor; se analizan dientes de la época colonial y se restauran, limpian y analizan los pigmentos azul, ocre y rojo hallados en el Templo Mayor. Todos estos proyectos se realizaron en coordinación con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y el ININ.

#### 4.2.1.1.1.7. Contribuciones del ININ a la Criminalística

Con el propósito de aplicar algunas de las técnicas nucleares en materia de investigación criminalística (Vistas en el Capítulo I, pp. 24 y 15), la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF) y el ININ firmaron un convenio de colaboración para el mejoramiento de la procuración de justicia en beneficio de la sociedad capitalina.

El convenio signado por el abogado de la ciudad, Lorenzo Thomas Torres y el Director General del ININ, Miguel José Yacamán, tiene como objetivo fundamental el que científicos mexicanos de primer nivel proporcionen asesoría al personal de la PGJDF en el uso de técnicas nucleares para el perfeccionamiento de procedimientos de investigación criminalística.

Además, se tendrá para estos últimos años del milenio, un intercambio de técnicas, estudios y análisis en materia de investigación genética, toda vez que el Departamento de Servicios Periciales de la Procuraduría capitalina es considerado como uno de los mejores de América Latina.

Asimismo, se planteó el objetivo de que en un futuro todas las procuradurías generales de justicia de la República tengan acceso a las instalaciones del ININ para crear una red de investigación en beneficio de la procuración de justicia del país.

El ININ pondrá a disposición de la PGJDF (aproximadamente a mediados de 1998), una vez que se capacite a los servidores públicos, los instrumentos necesarios para el esclarecimiento de hechos delictivos.

Entre los servicios a que tendrá acceso el personal de la procuraduría, se encuentran la técnica de análisis por activación, para la identificación de compuestos químicos y rastros de elementos, así como la técnica de radiografía de neutrones que permite identificar billetes, documentos, firmas u obras de arte falsificadas. También se recurrirá a los microscopios electrónicos para determinar compuestos y elementos químicos con dimensiones atómicas, que permiten la identificación ultrasensible de rastros.

Todo lo anteriormente señalado contribuirá para analizar cualquier tipo de muestra de X compuesto y así relacionarlo con algún hecho delictivo, como por ejemplo: tipo de polvora, sangre, cabello, uñas, etc., en un homicidio; o todo tipo de pintura de automóvil en una coalición de tránsito; entre otros.

## 4.2.2. Medidas de seguridad nuclear en México

Como medio de control nacional para todo lo que tiene que ver con la Energía Atómica. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala en su artículo 27, párrafo sexto, que "...Tratándose de petróleo y de los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos o de *minerales radiactivos*, no se otorgarán concesiones ni contratos; ni subsidiarán los que, en su caso, se hayan otorgado y la Nación llevará a cabo la explotación de esos productos en los términos que señala la ley reglamentaria respectiva..."<sup>8</sup>. La interpretación más sencilla que podemos dar de lo anterior, a efecto de la Energía Nuclear, es que los minerales radiactivos encontrados en el país sólo pueden ser explotados por las autoridades nacionales.

El párrafo séptimo del mismo artículo señala: "Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de Energía Nuclear, y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la Energía Nuclear sólo podrá tener fines pacíficos"<sup>9</sup>. Para tal efecto se creó la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), quien como mencionamos en el Capítulo 4.2.1. es el órgano encargado de garantizar la seguridad de los habitantes del país desde el punto de vista nuclear, radiactivo y de salvaguardia, vigilar las instalaciones nucleares mediante el establecimiento de normas; y garantizar el cumplimiento de las disposiciones legales y los tratados internacionales en la materia.

En necesario mencionar que la Constitución Mexicana también señala que la generación de electricidad en México, sólo corresponde a las autoridades nacionales y de ningún modo a la iniciativa privada, por lo que podemos concretar que plantas nucleoelectricas como la de Laguna Verde, Veracruz, no pueden ser operadas por particulares.

Para que la CNSNS cumpla adecuadamente sus funciones, se ha clasificado en tres tipos a los laboratorios que gestionan con materiales radiactivos; es decir laboratorios tipo A, B y C. Los requisitos para la operación de dichos laboratorios son los siguientes:

---

<sup>8</sup> Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos. Editorial ALCO. México D.F.. 1998. p.25.

<sup>9</sup> Ídem. p. 26

## LABORATORIO NUCLEAR TIPO C

1. "Los locales de los laboratorios nucleares tipo C, deberán contar, previamente a su instalación, o en su caso, a su construcción con planos aprobados por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Cualquier modificación a estas instalaciones, deberá ser aprobada por la CNSNS.
2. En la construcción de dichos locales deberán emplearse materiales incombustibles.
3. Los locales deberán contar con iluminación y ventilación adecuadas, instalaciones de agua corriente, energía eléctrica y gas que cumplan con los reglamentos vigentes respectivos.
4. El recubrimiento de las paredes, pisos y techos deberá ser liso, impermeable, lavable y con características tales que faciliten los procedimientos de descontaminación.
5. Las superficies de trabajo deberán estar cubiertas con un material liso e impermeable que pueda cambiarse fácilmente en caso de contaminación. Además, deberán poder soportar el peso de los blindajes que se requieran para la protección contra radiaciones.
6. El mobiliario del laboratorio será únicamente el que se justifique por las labores que en él se desarrollen y deban poder lavarse sin dificultad ni peligro de deterioro.
7. El local de los laboratorios deberá cumplir con los reglamentos vigentes sobre prevención, detección y combate de incendios.
8. Los locales de los laboratorios deberán contar con un área administrativa, un área de atención al público y un área de laboratorio, propiamente dicho, delimitadas y distribuidas de acuerdo a lo prescrito en el Manual de Seguridad. El área del laboratorio deberá estar aislada de acuerdo con las necesidades de protección radiológica y su localización será tal que el acceso y evacuación de material radiactivo se haga en la forma más directa posible.

9. En los laboratorios nucleares tipo C, vinculados a un laboratorio de análisis clínicos, las áreas administrativas y de atención al público podrán ser las mismas.
10. En el área del laboratorio donde se trabaje con material radiactivo no deberán realizarse trabajos con materiales no radiactivos.
11. La ventilación deberá ser adecuada debiendo asegurar la evacuación de sustancias peligrosas y evitará la recirculación de aire y la dispersión de la contaminación a otras zonas ajenas al laboratorio.

### LABORATORIO NUCLEAR TIPO B

1. Los locales de los laboratorios nucleares tipo B, deberán contar, previamente a su instalación, o en su caso, a su construcción con la memoria analítica, los planos y el blindaje aprobados por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Cualquier modificación a estas instalaciones deberá ser aprobada previamente por la CNSNS.
2. En la construcción de dichos locales deberán emplearse materiales incombustibles.
3. Los locales deberán contar con iluminación y ventilación adecuadas, instalaciones de agua corriente, energía eléctrica y gas que cumplan con los reglamentos vigentes respectivos.
4. El recubrimiento de las paredes, pisos y techos deberá ser liso, impermeable, lavable y con características tales que faciliten los procedimientos de descontaminación.
5. Las superficies de trabajo deberán estar cubiertas con un material liso e impermeable, que pueda cambiarse fácilmente en caso de contaminación.
6. Las superficies de trabajo deberán poder soportar el peso de los blindajes que se requieran para la protección contra las radiaciones.

7. El mobiliario del laboratorio será únicamente el que se justifique por las labores que en él se desarrollen y deberá poder lavarse sin dificultad ni peligro de deterioro.
8. El local de los laboratorios deberá cumplir con los reglamentos vigentes sobre prevención, detección y combate de incendios.
9. El local de los laboratorios deberá contar con servicios sanitarios en condiciones higiénicas y en número suficiente para las necesidades y de acuerdo con las características del establecimiento. Las instalaciones sanitarias deberán estar fuera del área del laboratorio propiamente dicha.
10. Deberá contar, además, con un área administrativa, un área de atención al público y un área de laboratorio propiamente dicho, delimitadas y distribuidas de acuerdo a lo prescrito en el Manual de Seguridad.
11. En los laboratorios nucleares anexos a un laboratorio de análisis clínicos, las áreas administrativas y de atención al público podrán ser las mismas que las del laboratorio clínico. Las áreas de atención al público y del laboratorio en que se manejen isótopos radiactivos deberán ser totalmente separadas e independientes de otras áreas.
12. Los laboratorios tipo B deberán estar localizados en tal forma que el acceso y evacuación de material radiactivo sea lo más directo posible, con objeto de que la eventual irradiación a personas no ocupacionalmente expuestas (en casos médicos), sea mínima.
13. El área del laboratorio en que se utilice el material radiactivo deberá estar aislada de acuerdo con las necesidades de protección radiológica. No deberán realizarse labores con radionúclidos en las áreas en que se trabaje con material no radiactivo.
14. Los laboratorios tipo B no podrán ser construidos o instalados en sitios en que haya peligro de inundaciones.
15. Deberán adoptarse medidas para que la ventilación asegure la evacuación de sustancias peligrosas en cualesquiera situaciones de trabajo y para evitar la recirculación del aire, así como la dispersión de la contaminación a otras zonas.

16. Para calcular la ventilación necesaria se deberá tomar en cuenta las concentraciones máximas permisibles en aire para personal ocupacionalmente expuesto y las guías de concentraciones máximas para individuos de la población, de acuerdo con el área del establecimiento que se trate.
17. En los sistemas de extracción de material radiactivo los ventiladores deberán estar colocados después de los filtros de absorción.
18. Para los trabajos en que exista riesgo de contaminación atmosférica, deberán utilizarse recintos o recipientes herméticamente cerrados y con un dispositivo que permita la aspiración hacia el sistema de ventilación.
19. En las campanas, las llaves de gas, los interruptores eléctricos y otros controles deberán accionarse desde el exterior de las mismas. Los ductos de salida deberán poder limpiarse con facilidad.
20. El vidrio de las campanas deberá ser resistente e inastillable. La puerta de la campana deberá poder operarse con facilidad.
21. Los locales de los laboratorios tipo B, deberán contar con vertederos construidos de material inoxidable, no absorbente, liso y de fácil descontaminación, con esquinas y aristas redondeadas y con grifos que puedan accionarse con la mano y con el pie, la rodilla o el codo.
22. El diseño del drenaje de los vertederos deberá ser tal que la concentración de los materiales radiactivos que llegue a la red principal del drenaje, no sobrepase la concentración permisible para individuos de la población. En caso necesario deberá contarse con un tanque de almacenamiento para dejar decaer los radionúclidos.
23. Los locales de los laboratorios tipo B, deberán contar con una regadera fácilmente accesible para la descontaminación de emergencia de los ojos del personal.
24. Los locales de los laboratorios tipo B, contarán con equipo medidor de radiaciones, con fines de protección radiológica en número y tipo de trabajo que el laboratorio desarrolla.

## LABORATORIO NUCLEAR TIPO A

1. Los locales de los laboratorios nucleares tipo A, deberán contar, previamente a su instalación, o en su caso, a su construcción con la memoria analítica, los planos y el blindaje aprobados por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Cualquier modificación a estas instalaciones deberá ser aprobada previamente por la CNSNS.
2. En la construcción de dichos locales deberán emplearse materiales incombustibles.
3. Los locales deberán contar con iluminación y ventilación adecuadas, instalaciones de agua corriente, energía eléctrica y gas que cumplan con los reglamentos vigentes respectivos.
4. El recubrimiento de las paredes, pisos y techos deberá ser liso, impermeable, lavable y con características tales que faciliten los procedimientos de descontaminación.
5. Las superficies de trabajo deberán estar cubiertas con un material liso e impermeable, que pueda cambiarse fácilmente en caso de contaminación.
6. Las superficies de trabajo deberán poder soportar el peso de los blindajes que se requieran para la protección contra las radiaciones.
7. El mobiliario del laboratorio será únicamente el que se justifique por las labores que en él se desarrollen y deberá poder lavarse sin dificultad ni peligro de deterioro.
8. El local de los laboratorios deberá cumplir con los reglamentos vigentes sobre prevención, detección y combate de incendios.
9. El local de los laboratorios deberá contar con servicios sanitarios en condiciones higiénicas y en número suficiente para las necesidades y de acuerdo con las características del establecimiento. Las instalaciones sanitarias deberán estar afuera del área del laboratorio propiamente dicha.

10. Deberá contar, además, con un área administrativa, un área de atención al público y un área de laboratorio propiamente dicho, delimitadas y distribuidas de acuerdo a lo prescrito en el Manual de Seguridad.
11. Los laboratorios de medicina nuclear tipo A, no podrán estar anejos a un laboratorio de análisis clínicos. Las áreas de atención al público o de personal administrativo y del laboratorio en que se manejen isótopos radiactivos deberán estar completamente separados e independientes de las otras áreas.
12. Los laboratorios tipo A deberán estar localizados en tal forma que el acceso y evacuación de material radiactivo sea lo más directo posible, con objeto de que la eventual irradiación a personas no ocupacionalmente expuestas, sea mínima.
13. El área del laboratorio en que se utilice el material radiactivo deberá estar aislada de acuerdo con las necesidades de protección radiológica. No deberán realizarse labores con radionúclidos en las áreas en que se trabaje con material no radiactivo.
14. Los laboratorios tipo A no podrán ser construidos o instalados en sitios en que haya peligro de inundaciones.
15. Deberán adoptarse medidas para que la ventilación asegure la evacuación de sustancias peligrosas en cualesquiera situaciones de trabajo y para evitar la recirculación del aire, así como la dispersión de la contaminación a otras zonas.
16. Para calcular la ventilación necesaria se deberá tomar en cuenta las concentraciones máximas permisibles en aire para personal ocupacionalmente expuesto y las guías de concentraciones máximas para individuos de la población, de acuerdo con el área del establecimiento que se trate.
17. En los sistemas de extracción de material radiactivo los ventiladores deberán estar colocados después de los filtros de absorción.

18. Para los trabajos en que exista riesgo de contaminación atmosférica, deberán utilizarse recintos o recipientes herméticamente cerrados y con un dispositivo que permita la aspiración hacia el sistema de ventilación.
19. En las campanas, las llaves de gas, los interruptores eléctricos y otros controles deberán accionarse desde el exterior de las mismas. Los ductos de salida deberán poder limpiarse con facilidad.
20. El vidrio de las campanas deberá ser resistente e inastillable. La puerta de la campana deberá poder operarse con facilidad.
21. Los locales de los laboratorios tipo A, deberán contar con vertederos construidos de material inoxidable, no absorbente, liso y de fácil descontaminación, con esquinas y aristas redondeadas y con grifos que puedan accionarse con la mano y con el pie, la rodilla o el codo.
22. El diseño del drenaje de los vertederos deberá ser tal que la concentración de los materiales radiactivos que llegue a la red principal del drenaje, no sobrepase la concentración permisible para individuos de la población. En caso necesario deberá contarse con un tanque de almacenamiento para dejar decaer los radionúclidos.
23. Los laboratorios tipo A, deberán contar con un número suficiente de puertas de escape para la evacuación de la totalidad del personal en menos de un minuto. Las vías de acceso de esas puertas deberán estar siempre libres de obstáculos.
24. Los locales de los laboratorios tipo A, deberán contar con cuando menos dos regaderas a presión para la descontaminación de emergencia del personal. Las regaderas deberán estar situadas en tal forma, que la distancia entre ellas y cualquier sitio de trabajo no exceda de 10 metros.
25. Los laboratorios tipo A, deberán tener por lo menos dos lavabos para la descontaminación de emergencia del personal. La distancia entre dichos lavabos y cualquier sitio de trabajo no excederá de 10 metros.

26. Los locales de los laboratorios tipo A, contarán con equipo medidor de radiaciones, con fines de protección radiológica en número y tipo adecuado al tipo de trabajo que el laboratorio desarrolla"<sup>10</sup>.

Para la mejor inteligencia de los "Tipos C,B y A", debemos explicar que se entiende por tales "Tipos" los usados normalmente en la clasificación de laboratorios para la manipulación de sustancias radiactivas.

El tipo "C" significa un buen laboratorio químico. Tipo "B" un laboratorio especialmente habilitado para trabajar con radioisótopos, y tipo "A" un laboratorio especialmente habilitado para manipular elevadas actividades de sustancias muy radiactivas.

Considerando que es importante, tanto la licencia de usuario de material radiactivo como la solicitud de quienes usan ese material, a continuación se incluyen los datos que debe entregar el solicitante para tal fin:

#### LICENCIA PARA LOS USUARIOS DE MATERIAL RADIATIVO

*(Datos que debe entregar el solicitante)*

"Para iniciar el trámite de la licencia de uso de material radiactivo, es necesario que el solicitante proporcione:

1. La forma SGR-002 (debidamente requisitada y escrita a máquina) donde el solicitante establecerá la actividad total de cada uno de los materiales radiactivos que utilizará en un periodo de un año.
2. Los datos que permiten identificar si se trata de un laboratorio privado o forma parte de alguna institución.
3. Las especificaciones de los radioisótopos, su forma física y química y la actividad máxima de cada uno de ellos, que el solicitante tendrá en un momento dado, la cual no deberá excederse bajo ninguna circunstancia. Esta actividad máxima estará íntimamente relacionada con las medidas de seguridad presentes en el laboratorio.

---

<sup>10</sup> QUIROZ, Cuaron Alfonso. Medicina Forense. Editorial Porrúa. México. D.F.. 1990. pp. 100-105

4. Los planos a escala del laboratorio donde se usará y del local donde se almacenará el material radiactivo.

a) En los planos deben aparecer la planta y diversos cortes transversales de este laboratorio y del local y su vecindad inmediata, cubriendo una zona de al menos 5 m a partir de los límites exteriores de los mismos.

b) Los planos del laboratorio y local donde se especifiquen claramente los espesores y materiales de los muros, techo y piso, así como la localización de cualquier aditamento de protección que en ellos se encuentren (por ejemplo: mamparas, campana de gases, etc.). La escala a la cual estén dibujados los planos, debe ser tal que permita una clara identificación de los espesores correspondientes.

5. Un análisis donde se identifiquen los riesgos que el uso de los materiales radiactivos puede presentar dentro del tipo de trabajo que el laboratorio desarrolla.

6. El Manual de Seguridad aplicable al sistema de trabajo que el laboratorio lleva al cabo.

Este manual debe incluir todos los aspectos de este trabajo (por ejemplo: utilización del material radiactivo, manejo del instrumental, incidentes y accidentes, medición de niveles, así como los procedimientos a seguir para la descontaminación) y su última revisión y actualización no debe exceder de dos años.

7. La memoria analítica con el cálculo de los blindajes existentes en el laboratorio y en los contenedores donde se almacenará el material radiactivo.

8. Los cálculos con los que demuestre que la manera como elimina los desechos radiactivos, cumple con las recomendaciones vigentes.

9. Las especificaciones de los contenedores donde se almacenarán los materiales radiactivos.

10. El curriculum-vitae del Responsable de la Seguridad Radiológica que el permisionario propone. Deberán anexarse copia de los siguientes documentos:

a) Título profesional

b) Registro de la Dirección General de Profesiones

c) Constancias del entrenamiento específico en seguridad radiológica.

d) Constancias de los lugares en donde haya laborado con material radiactivo, para este tipo de fuentes.

11. Las especificaciones del equipo medidor de radiaciones, marca y modelo, que el usuario posee con fines de seguridad radiológica, para usarse en casos de incidentes o accidentes en el laboratorio.

12. Nombre y curriculum-vitae de los profesionistas responsables de la aplicación de material radiactivo (usuarios).

13. El nombre, curriculum-vitae y Registro Federal de Causantes de las personas que trabajan con material radiactivo dentro del laboratorio, los cuales no podrán tener un nivel educativo inferior a secundaria.

14. Un resumen por escrito de las actividades que se desarrollaron para la capacitación de las personas que trabajan con material radiactivo previamente a la iniciación de las operaciones. En caso de revalidación de licencias, este resumen deberá referirse a las actividades en ese sentido llevadas a cabo en el año anterior.

15. Las especificaciones de los dosímetros personales usados, los cuales deberán ser adecuados para medir el tipo de radiación a que está expuesto el personal.

16. Los casos especiales serán puestos a la consideración del ININ, el cual, tomando en cuenta las circunstancias, podrá modificar las condiciones y requisitos previstos en esta licencia<sup>11</sup>.

### SOLICITUD DE USUARIO DE MATERIAL RADIATIVO

Nombre del solicitante \_\_\_\_\_

Dirección del solicitante \_\_\_\_\_

Teléfonos del solicitante \_\_\_\_\_

Material radiactivo que se solicita:

Radioisótopo	Actividad por año	Actividad máxima que tendrá
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Uso específico a que se destinará el material

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

<sup>11</sup> Ídem, pp. 106 y 107

Características de cada fuente (p. e. marca, modelo, encapsulada, no encapsulada, número de serie, forma física y química que presenta el radioisótopo).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Dirección donde se utilizará el material radiactivo

---

---

Nombre del encargado de la seguridad radiológica

---

---

Domicilio particular del encargado de la seguridad radiológica

---

---

---

Teléfono particular

---

A esta solicitud debe anexarse la documentación mencionada en la guía adjunta.

Declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos proporcionados se apegan a la realidad.

En caso de que nos sea otorgada la licencia de uso de material radiactivo, nos

comprometemos a cumplir lo estipulado en la misma y en los reglamentos de seguridad radiológica vigentes en nuestro país.

Nombre del solicitante

Nº de expediente

Nombre y firma del solicitante  
o de su representante legal

Nombre y firma del encargado  
de la seguridad radiológica

Fecha

---

Los requisitos y medidas de seguridad anteriormente expuestos son extremadamente controlados por la CNSNS a fin de que no ocurra ningún accidente relacionado con la Energía Nuclear.

En México, las licencias para el manejo de Energía Atómica son básicamente en la industria y en la medicina, por lo que casi todo el combustible que se utiliza proviene del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Cabe destacar que dicho combustible no tiene los alcances que en su momento tuvo el material que se utilizaba en la planta de Chernobyl, cuando ocurrió aquel fatal accidente de 1986, ya que como mencionamos en párrafos anteriores, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala que de ningún modo será de competencia de particulares la producción de electricidad, y por ende la operación de una planta de tal magnitud que sólo puede ser para esos fines.

La industria (no eléctrica) y la medicina en México, emplean aparatos nucleares que en un momento dado, pueden ser controlados sin causar problemas de gran magnitud como el de Chernobyl, por lo que no es tan aterradora la idea de su uso. El caso de Laguna Verde es un poco más serio, ya que un accidente en el lugar podría tener consecuencias catastróficas, aunque hoy en día se manejan sistemas tecnológicos sumamente sofisticados, así como personal técnico altamente calificado, que hace que se reduzca a casi nula la posibilidad de un problema de tal índole.

---

\* Ídem. p. 108 y 109

### 4.2.3. La difusión con la que cuenta la Energía Nuclear en México

En los términos de Energía Atómica, en México no existe mucha difusión, ya que sólo existen las publicaciones que hacen el ININ, la CNSNS, la Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro y la planta nucleoelectrica de Laguna Verde. Desafortunadamente existen dos inconvenientes para tal información, el primero es que el tiraje de las publicaciones es muy limitado, por lo que sólo una parte muy pequeña de la población es la que tiene acceso a ellas; el segundo es que aún cuando se puedan hacer grandes tirajes de publicaciones, sólo una pequeña parte de la población los entendería, debido a que es información que sólo se puede leer e interpretar si se tienen los conocimientos necesarios, que en este caso serían como mínimo los de nivel bachillerato.

Por su parte, los medios masivos de comunicación con más demanda como lo son la radio y la televisión no transmiten programas de este tipo, ya que el interés de la gente está concentrado básicamente en programas populares y no en programas científicos.

Otro medio que sirve para obtener información relacionada con la Energía Nuclear es el internet, desafortunadamente muestra otro gran número de dificultades para las condiciones de nuestro país. Entre ellas podemos decir que en México no es tan fácil su acceso, por los costos que ello representa y por que la información que ahí se maneja casi siempre está en otros idiomas.

Por último, sólo se puede decir que si México no es un país con mucha educación, entonces el interés por lo nuclear está más rezagado y distante para la mayoría de la población, por lo que solamente una parte muy reducida de los mexicanos es quien sabe de los grandes alcances que pueden tener aquellas diminutas partículas llamadas átomos.

### **4.3. Perspectivas a futuro de la Energía Nuclear en México**

Es fundamental tener muy en cuenta que nuestro país es uno de los más importantes en cuanto a lo que se refiere a investigaciones científico-nucleares, ejemplo de ello es el hecho de que el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, esté en proceso de convertirse en un *Laboratorio Regional en América Latina*. Con este dato y viendo las contribuciones que el ININ ha dado a México (ver los apartados de este Capítulo anteriormente expuestos) no es muy difícil saber cuáles son las perspectivas que ofrece la Energía Atómica.

A fin de poder comprender mejor lo anterior, analizaremos los dos tipos de perspectivas que pudiera ofrecer este tipo de fuerza, es decir; con fines pacíficos y con fines beligerantes.

#### **4.3.1. Perspectivas con fines pacíficos**

Para poder darnos una idea de cuáles son las perspectivas nucleares con fines pacíficos en México, podemos decir que "el Gobierno ha destinado un total de 176 millones trecientos mil pesos para investigaciones en el ININ durante 1997.

Como se ha señalado, al ININ le corresponde llevar adelante las tareas de investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnologías nucleares, así como en la promoción de los usos pacíficos de la Energía Nuclear. El ININ se dará a la tarea de buscar la instrumentación de las siguientes estrategias institucionales en los próximos años:

- Elaboración y revisión periódica de un programa de planeación estratégica.
- Fortalecimiento de los recursos físicos y humanos del Instituto.
- Fortalecimiento del Instituto como Laboratorio Nacional e inicio de acciones para que se le considere como Laboratorio Regional en América Latina.

- Establecimiento de relaciones de colaboración con laboratorios similares en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte<sup>12</sup>.

Las acciones correspondientes a las estrategias anteriormente expuestas, se pueden resumir en el siguiente cuadro:

<b>Desarrollo científico</b>	<b>Protección ambiental</b>
• Desarrollo de nuevos materiales	• Tratamiento de residuos peligrosos
• Investigaciones de materiales de transición interna	• Diagnóstico de contaminantes
• Estudio de fuentes alternativas de energía	
<b>Transferencia científica y tecnológica</b>	<b>Desarrollo de centros</b>
• Estudios y aplicaciones de la radiación	• De caracterización
• Fabricación de ensambles de combustible	• De servicios de seguridad radiológica y gestión de desechos radiactivos
<b>Estudios y servicios a la Central de Laguna Verde</b>	• De protección de radioisótopos para el sector salud
• Servicios de irradiación de materias primas y productos terminados	• De metrología de radiaciones ionizantes
• Estudios y servicios a la industria	• De capacitación y experimentación
	• De información y documentación

\*Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía 1995-2000, p. 105.

<sup>12</sup> SECRETARÍA DE ENERGÍA, Programa de Trabajo 1997 Sector de la Energía. México, D.F., 1997, p. 26.

### 4.3.2. Perspectivas con fines beligerantes

Si tomamos en cuenta que México participa activamente con la Organización Internacional de Energía Atómica, para la proscripción de armas nucleares y el uso de la atómica con fines pacíficos; así como el principio de Política Exterior de México que señala que las fuerzas armadas quedan reducidas a un contingente casi simbólico, destinado a garantizar al país contra la agresión exterior, a mantener el orden interior y asegurar la estabilidad de las instituciones; es casi completamente imposible que el Gobierno de México se convierta en promotor de las armas atómicas y por consiguiente de los fines beligerantes de este tipo de fuerza.

## CONCLUSIONES

La Energía Atómica desde sus orígenes ha brindado al hombre todo un sin número de descubrimientos, que dependiendo de los fines para los cuales hayan sido destinados, pueden ser considerados como buenos o malos; es decir que como en cualquier área de la ciencia, si existen ambiciones beligerantes, los resultados van a ser negativos o viceversa. Como pudimos apreciar durante el cuerpo de esta tesis, las ciencias nucleares pueden ser empleadas desde la construcción de una bomba, hasta la cura de enfermedades como el cáncer, por lo que el problema fundamental lo constituye el hecho de que se hagan detonar artefactos provenientes de este sector.

Por su parte, el temor no se ha dejado esperar, ya que la mala difusión se ha hecho latente. Es común escuchar o entablar charlas de Energía Nuclear en las que los protagonistas son el caso de Hiroshima y Nagasaki, Japón, o el accidente de Chernobyl. A este respecto, si nos ponemos a ver el problema real y el ambiente en el que se encuentra a nivel mundial, podemos concluir que los riesgos de un desastre son casi nulos, ya que éste energético es el más controlado y vigilado del globo terráqueo, por su capacidad potencial. Para darnos una idea de sus alcances podemos decir que 10 simples gramos de Uranio son equivalentes a casi cuatro barriles de combustóleo.

Una gran cantidad de organismos regionales e incluso organismos internos de algunos países, liderados por el Organismo Internacional de Energía Atómica, han tenido la noble misión de controlar al máximo la Energía Nuclear, utilizándola únicamente con fines pacíficos, al grado de considerarse como más segura y prometedora que el gas, el petróleo y el carbón; por un lado, porque no contamina el aire, no produce lo que se conoce como efecto invernadero y no es causante de la lluvia ácida; y por el otro, porque ha demostrado con hechos que son sólo dos los acontecimientos lamentables en el mundo que se le pueden achacar, mientras que las estadísticas reflejan un elevado grado de accidentalidad para con los combustóleos; asimismo, no podemos dejar de lado que por sus hallazgos en la medicina, la industria, la arqueología, la alimentación, la criminalística, la ecología, etc., promete mucho para el futuro.

La reglamentación de la Fuerza Nuclear ha tenido grandes avances, ya que cada vez son más los países que se adhieren como partes contratantes de los acuerdos que conforman la normatividad del Organismo Internacional de Energía Atómica (vista en el Cap. 2), demostrando así que, el OIEA es y será el principal Organismo mundial en contra de la beligerancia nuclear.

Con todos los ejemplos de utilización de la Energía Nuclear, expuestos en los Capítulos 1 y 4 (Elementos básicos para el estudio de la Energía Nuclear y México y el ambiente nuclear, respectivamente), y considerando las perspectivas de la Energía Nuclear en el mundo (Cap. 3) podemos deducir que la Energía Nuclear se encuentra en una fase de desarrollo intermedia, por lo que existen grandes opciones que aplicadas a la tecnología, pueden dar grandes beneficios a la humanidad. Cabe recordar que en todo momento, científicos de todo el mundo se encuentran investigando y experimentando más en este ámbito.

Por otra parte, viendo que la Energía Nuclear es sumamente importante en las diversas áreas de la ciencia en que se está aplicando y en las que se piensa aplicar, no hay más que pensar, que en el único inconveniente relacionado con su utilización es la proliferación de armas nucleares. En este sentido el Organismo Internacional de Energía Atómica hace todo lo posible para que los países dejen de practicar sus ensayos nucleares, teniendo éxito sólo con las naciones contratantes del Acuerdo de No Proliferación de Armas Nucleares, mientras que con los países no signatarios no tiene alguna alternativa o forma de presión, que no sea la que los mismos países hacen independientemente del Organismo, es decir, que cada nación puede aplicar su sanción como crea conveniente, como ocurrió en Francia en 1995, cuando Nueva Zelanda retiró su embajada, luego de que se produjo el primer ensayo nuclear en las provincias galas. Todo ello no significa otra cosa que no sea que aún estemos sometidos a una posible carrera armamentista, e incluso que de forma clandestina se construyan estos aparatos.

Por otra parte, puedo considerar casos como el del carbón, el petróleo y el gas, que en su momento dieron mucho por el hombre, pero ya es tiempo de que se empiece a pensar en otra opción, pues sus reservas sólo están contempladas para unos 50 años más. La Energía Atómica puede ser esa opción si tomamos en cuenta que países como Francia la utilizan para producir más del 70 por ciento de su electricidad, siendo esta última la más manejable, práctica y cómoda en la civilización moderna.

En cuanto a la situación de México, se tiene dos aristas, una muy plausible y otra muy lamentable, ya que mientras se participa activamente en el Organismo Internacional de Energía Atómica en la proscripción de armas nucleares y se es pionero de algunos de los descubrimientos más notables en diversas áreas de la ciencia, así como considerar al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México como un laboratorio estratégico de América Latina y el mundo entero; la difusión no ha sido muy buena, ya que gran parte de la población desconoce los alcances de la Energía Nuclear y por lo general le temen sin fundamento; hablan de la nucleoelectrónica de Laguna Verde, como una bomba de tiempo, sin saber que cuenta con los lineamientos de seguridad más estrictos del mundo.

Aunque en México no exista mucha difusión al respecto, el rol que juega la Energía Nuclear es muy importante (como se vió en el Cap.4), ya que nuestro país está perfeccionando sus tecnologías nucleares para exportar productos provenientes o afines a este sector, como lo es el ejemplo, un tanto chusco, de exportar moscas estériles a Sudamérica, que al ser radiadas y aparearse con moscas silvestres no producen descendencia.

Entre tanto, es necesario destacar que México como signatario de los acuerdos en materia nuclear; así como su posición antiarmamentista que refleja sus principios de política exterior, se convierte en miembro importante del OIEA; no dejando de lado que existen algunos puntos que hacen de México un país estratégico para el Organismo, como lo es el hecho de que nuestro país mantenga un liderazgo en la región de América Latina en el seno del Organismo, y que actualmente México forme parte de la Junta de Gobernadores del OIEA, instancia en la cual se adoptan las decisiones de carácter técnico y político de mayor relevancia en el quehacer del Organismo.

Por último, antes de dejar estos renglones, quiero expresar que la Energía Nuclear se encuentra en una fase de desarrollo intermedia y que en un futuro no muy lejano, podrá, aparte de servir como combustible, traer grandes hallazgos aún incalculables, dando al ser humano más y mejores condiciones de vida. Todo ello, producto de aquellas diminutas partículas conocidas como átomos, cuya capacidad es asombrosa.

## **ANEXO**

### **PROYECTOS DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA EN MÉXICO PARA EL BIENIO 1995-1996**

- Desarrollo de recursos humanos;
- Reparación de detectores de radiación;
- Interacción nutrición/reproducción en el cebú;
- Uso de técnicas nucleares en la agricultura;
- Métodos de inmunoanálisis para el diagnóstico de enfermedades animales;
- Incremento de la variabilidad genética de especies vegetales en riesgo;
- Programas de reproducción y nutrición en la cría de ganado;
- Programa de control de calidad para servicios de radiodiagnóstico;
- Programa nacional de entrenamiento en física médica;
- Sondas radiactivas para la detección de parásitos;
- Estudios para la reinyección de salmueras geotérmicas;
- Estudios para la reinyección de salmueras geotérmicas;
- Gestión de recursos hídricos en la Cuenca de Lerma-Chapala.

## **PROYECTOS DE COOPERACIÓN TÉCNICA DEL OIEA EN MÉXICO PARA EL BIENIO 1997-1998**

- Mejoramiento de la seguridad operacional de las instalaciones nucleares mexicanas (CNSNS);
- Esterilización de tejidos biológicos con radiación ionizante (Hospital Central Sur Alta Especialidad de PEMEX; ININ; Facultad de Química de la UNAM);
- Análisis de la sala de simulación de la Planta Nuclear de Laguna Verde (IIE);
- Sistema para definir la estrategia de reinyección en el campo geotérmico regional hidrológico "Los Humeros" (IIE);
- Transferencia de Cesio-137 en los suelos tropicales (CNSNS);
- Técnicas nucleares para microanálisis (ININ, División de Investigación y Desarrollo);
- Procesamiento de materiales nanoestructurados para el manejo de desechos radiactivos (ININ, División de Investigación y Desarrollo);
- Creación de un banco de fuentes de radiación para braquiterapia (ININ; División de Servicios Tecnológicos);
- Fractura asistida por el ambiente en plantas nucleares tipo BWR (ININ, División de investigación y Desarrollo);
- Gestión de desechos radiactivos de nivel bajo e intermedio provenientes de la aplicación de los radioisótopos en medicina, investigación e industria por incineración (ININ, División de Servicios Tecnológicos);
- Patrones radiactivos ionizantes y calibración de los instrumentos de medida (ININ, División de Servicios Tecnológicos);
- Desarrollo de métodos moleculares que usen pruebas radiactivas para el diagnóstico de parásitos y enfermedades bacteriales (Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Ciudad de México);
- Diagnóstico de las enfermedades de los rumiantes en los sistemas pecuarios de bajos insumos con la técnica de ELISA en el trópico seco y en las áreas semiáridas en sistemas biosostenibles (UNAM, Facultad de estudios superiores Cuautitlán);
- Producción de Molibdeno-99 (ININ, División de Investigación y Desarrollo).

## **Junta de Gobernadores: 1996-1997**

- **Alemania**
- **Arabia Saudita**
- **Argentina**
- **Australia**
- **Bélgica**
- **Brasil**
- **Bulgaria**
- **Canadá**
- **Chile**
- **China**
- **Colombia**
- **Cuba**
- **Dinamarca**
- **Egipto**
- **Emiratos Arabes Unidos**
- **Estados Unidos de Norte América**
- **Francia**
- **Holanda**
- **India**
- **Japón**
- **Kuwait**
- **Malasia**
- **Namibia**
- **Nicaragua**
- **Nigeria**
- **Nueva Zelandia**
- **Portugal**
- **Reino Unido**
- **Rumania**
- **Rusia**
- **República Checa**
- **República de Corea**

- **Sudáfrica**
- **Suiza**
- **Túnez**

## Miembros del OIEA

AFGANISTÁN  
ALBANIA  
ALEMANIA  
ARABIA SAUDITA  
ARGELIA  
ARGENTINA  
AUSTRALIA  
AUSTRIA  
BANGLADESH  
BÉLGICA  
BIRMANIA  
BOLIVIA  
BRASIL  
BULGARIA  
CANADÁ  
CHECOSLOVAQUIA  
CHILE  
CHIPRE  
COLOMBIA  
COSTA DE MARFIL  
COSTA RICA  
CUBA  
DINAMARCA  
ECUADOR  
EGIPTO  
EL SALVADOR  
EMIRATOS ARABES UNIDOS  
ESPAÑA  
ESTADOS UNIDOS  
ETIOPIA

FILIPINAS  
FINLANDIA  
FRANCIA  
GABÓN  
GHANA  
GRECIA  
GUATEMALA  
HAITI  
HOLANDA  
HUNGRÍA  
ISLANDIA  
INDIA  
INDONESIA  
IRÁN  
IRAQ  
IRLANDA  
ISRAEL  
ITALIA  
JAMAICA  
JAPÓN  
JORDANIA  
KENYA  
KUWAIT  
LIBANO  
LIBERIA  
LIBIA  
LUXEMBURGO  
MADAGASCAR  
MALASIA  
MALI  
MARRUECOS  
MAURICIO  
MÉXICO  
MONACO

MONGOLIA  
NIGER  
NIGERIA  
NORUEGA  
NUEVA ZELANDIA  
PAKISTÁN  
PANAMÁ  
PARAGUAY  
PERÚ  
POLONIA  
PORTUGAL  
QATAR  
REINO UNIDO  
REPÚBLICA ÁRABE SIRIA  
REPÚBLICA CHECA  
REPÚBLICA DE CAMERÚN  
REPÚBLICA DE COREA  
REPÚBLICA DE TANZANIA  
REPÚBLICA DOMINICANA  
RUMANIA  
RUSIA  
SANTA SEDE  
SENEGAL  
SIERRA LEONA  
SINGAPUR  
SRI LANKA  
SUDÁFRICA  
SUDÁN  
SUECIA  
SUIZA  
TAILANDIA  
TÚNEZ  
TURQUÍA  
UCRANIA

UGANDA  
URUGUAY  
VENEZUELA  
VIETNAM  
YUGOSLAVIA  
ZAIRE  
ZAMBIA

**CAPACIDAD NUCLEOELÉTRICA DE LOS PAÍSES QUE CUENTAN CON  
LAS PRINCIPALES PLANTAS DE ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO**

PAIS	HASTA 1996		ESTIMACIONES PARA EL 2000		ESTIMACIONES PARA EL 2005		ESTIMACIONES PARA EL 2010	
	Gigawatts (GWe)	%	GWe	%	GWe	%	GWe	%
Alemania	22.4	21.8	22.4	21.2	22.0	20.2	23.1	18.7
Bélgica	5.7	37.5	5.7	37.0	5.7	36.3	5.7	32.0
Canadá	16.0	13.8	16.0	13.7	16.0	13.6	15.0	12.6
Corea	9.6	27.0	42.9	18.3	54.0	21.6	66.5	23.7
España	7.1	15.0	7.1	14.9	7.1	14.7	7.1	14.6
Estados Unidos	101.0	12.9	100.0	12.0	100.0	11.4	93.0	10.0
Finlandia	2.3	17.1	2.6	15.8	2.6	15.6	2.6	15.6
Francia	60.0	54.5	64.3	56.4	64.3	55.9	64.3	55.9
Holanda	0.5	2.6	0.4	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Hungría	1.8	24.4	1.8	22.6	1.8	21.3	2.5	27.0
Japón	42.3	20.0	42.9	18.3	54.0	21.6	66.5	23.7
México	1.3	3.6	1.4	3.7	1.4	3.0	1.4	2.4
Reino Unido	12.8	18.2	12.1	14.9	9.3	10.9	7.0	8.2
República Checa	1.7	12.0	3.5	32.1	3.5	20.5	3.5	18.4
Suecia	10.0	29.7	9.4	27.0	8.8	25.3	8.8	28.9
Suiza	3.1	19.4	3.2	20.0	3.2	18.8	3.2	18.1
Turquía	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.4	2.0	3.3
<b>Total</b>	<b>297.5</b>	<b>18.0</b>	<b>106.5</b>	<b>17.1</b>	<b>319.4</b>	<b>16.8</b>	<b>331.9</b>	<b>16.2</b>

Fuente: NEA Newsletter. Spring, 1997. p. 38.

**SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PRINCIPALES PLANTAS DE ENERGÍA  
NUCLEAR EN EL MUNDO**

<i>PAIS</i>	PLANTAS EN OPERACIÓN		PLANTAS EN CONSTRUCCIÓN		PLANTAS PROYECTADAS		PLANTAS EN PLANES	
	Unidades	GWe	Unidades	GWe	Unidades	GWe	Unidades	GWe
Alemania	20	22.4	-	-	-	-	-	-
Bélgica	7	57	-	-	-	-	-	-
Canadá	22	16.0	-	-	-	-	-	-
Corea	11	9.6	7	6.1	2	2.0	8	9.2
España	9	7.1	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	35	12.8	-	-	-	-	-	-
Finlandia	4	2.3	-	-	-	-	-	-
Francia	57	60.0	3	4.3	-	-	-	-
Holanda	2	0.5	-	-	-	-	-	-
Hungría	4	1.8	-	-	-	-	1	0.6
Japón	53	42.3	2	2.2	2	1.9	20	21.8
México	2	1.3	-	-	-	-	-	-
Reino Unido	35	12.8	-	-	-	-	-	-
República Checa	4	1.7	2	2.0	-	-	-	-
Suecia	12	10.0	-	-	-	-	-	-
Suiza	5	3.1	-	-	-	-	-	-
Turquía	-	-	-	-	-	-	2	2.0
<b>Total</b>	<b>357</b>	<b>297.5</b>	<b>14</b>	<b>14.6</b>	<b>4</b>	<b>3.9</b>	<b>31</b>	<b>33.6</b>

Fuente: NEA Newsletter, Spring, 1997, p. 38.

# ACCIDENTES EN INSTALACIONES LIGADAS A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

## ACCIDENTES EN CENTRALES NUCLEARES

FECHA	LUGAR/PAÍS	ACCIDENTE	VICTIMAS	DAÑOS
1972	SURRY/ESTADOS UNIDOS	ACCIDENTE CONVENCIONAL DE VAPOR EN UNA CENTRAL NUCLEAR	2	-
19/11/75	GUNDREMMINGEN/FRANCIA	ACCIDENTE CONVENCIONAL DURANTE TRABAJOS DE REPARACIÓN CON CENTRAL PARADA	2	-
28/03/79	HARRISBURG/ESTADOS UNIDOS	FUSIÓN DEL NÚCLEO COMO CONSECUENCIA DE UNA FALLA EN EL REFRIGERANTE EN LA ISLA DE TRES MILLAS	0	SEVEROS
26/04/86	CHERNOBYL/EX-URRS	FUGA RADIATIVA E INCENDIO DEL REACTOR RBMK-4	INCALCULABLES*	SEVEROS <sup>†</sup>

## ACCIDENTES EN PRESAS CON VICTIMAS

AÑO	PRESA	PAÍS	VICTIMAS
1881	HABRA	ARGELIA	400
1889	SOUTH FORK	ESTADOS UNIDOS	2.200
1895	BOUZEY	FRANCIA	86
1923	GLENO	ITALIA	500
1929	SAN FRANCISCO	ESTADOS UNIDOS	450
1959	VEGA DE TERÁN	ESPAÑA	150
1959	MALPASSET	FRANCIA	420
1960	OROS	BRASIL	>1.000
1961	PANSHET	INDIA	30-100

\* Las víctimas y el saldo final de este accidente no se han cuantificado con exactitud, ya que aún existe la posibilidad de que niños recién nacidos enfrenten severos padecimientos, así como los daños que aún tienen consecuencias en el medio ambiente.

1961	HYOKIRI	COREA	250
1963	VAIONT	ITALIA	3.000
1963	QUEBRADA CHAPA	COLOMBIA	250
1965	TORREJÓN TAJO	ESPAÑA	30
1965	EL COBRE	CHILE	200
1967	KOYNA	INDIA	180
1967	SEMPOR	INDONESIA	200
1970	PARDO	ARGENTINA	25
1972	CANYON LAKE	ESTADOS UNIDOS	240
1976	SANTO TOMÁS	FILIPINAS	80
1976	TETON	ESTADOS UNIDOS	11
1976	DEL MONT	COLOMBIA	80
1977	KELLY BAMES	ESTADOS UNIDOS	39
1979	MORVI	INDIA	>15.000
1980	ORISSA	INDIA	1.000
1982	-	LIBERIA	200
1982	TOUS	ESPAÑA	40
1983	CONDINAMARCA	COLOMBIA	150
1984	SAN VICENTE	PERÚ	>20
1986	GUANGXI	CHINA	48

## ACCIDENTES EN MINAS DE CARBÓN (1969-1988)

<i>FECHA</i>	<i>LUGAR</i>	<i>ACCIDENTE</i>	<i>VICTIMAS</i>	<i>DAÑOS</i>
31/03/69	BARROTERÁN/ MÉXICO	EXPLOSIÓN DE GAS E INCENDIO EN UNA MINA	178	.
07/07/69	TAIPEI/FORMOSA	ACCIDENTE EN UNA MINA	24	.
14/03/70	BRAZA/YU	EXPLOSIÓN DE GAS METANO	45	.
04/04/70	OSTRAVA/CHECOS.	EXPLOSIÓN DE GRISU EN MINA	26	.
06/06/70	SHARING/ PAQUISTÁN	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	30	.
07/09/70	SORRANGE/PAQ.	EXPLOSIÓN DE GAS Y DERRUMBE	24	.
30/12/70	HYDEN/EUA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	38	.
17/05/71	SINJADI/PAQUISTÁN	EXPLOSIÓN EN LA MINA	32	.
16/06/71	HUNEDOARA/ RUMANIA	CATÁSTROFE EN LA MINA	51	.
18/07/71	SAPORO/JAPÓN	DERRUMBE DE GALERIAS	20	.
30/10/71	HUNEDOARA/ RUMANIA	ENTIERRO DE UN EQUIPO	45	.
02/12/71	TSCHI-TU/FORMOSA	EXPLOSIÓN DE GAS	36(48)	.
07/12/71	DURBÁN/SUDÁFRICA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	26	.
06/06/72	BULAWAYO/ RODESIA	TRES EXPLOSIONES DE GAS	434(4279)	.
21/10/72	TEHERÁN/IRÁN	EXPLOSIÓN EN LA MINA	34	.

02/11/72	HUNEOARA/ RUMANIA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	36
02/11/72	NAIE/JAPÓN	GRISÚ EN LA MINA	31
19/03/73	CALCUTA/INDIA	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	47
27/09/73	-/TAILANDIA	DERRUMBE DE GALERIAS	>DE 50
28/06/74	KATTOWITZ/ POLONIA	GRISÚ EN LA MINA	32
27/12/74	LIEVIN/FRANCIA	ACCIDENTE EN LA MINA	42
03/11/75	FIGOLIS/ESPAÑA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	27
27/12/75	BIHAR/INDIA	EXPLOSIÓN DE GRISÚ EN LA MINA	372
09/03/76	WHISBURG/EUA	ACCIDENTE CON GRISÚ	26
16/09/76	TETE/MOZAMBIQUE	EXPLOSIÓN EN LA MINA	>DE 140
05/10/76	BIHAR/INDIA	ACCIDENTE EN LA MINA	> DE 36
31/12/76	STARIO/CHECOS.	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	45
23/07/77	KARVINA/CHECOS.	ACCIDENTE EN LA MINA	31
11/05/77	HOKKAIDO/JAPÓN	EXPLOSIÓN EN LA MINA	25
14/07/77	AMAGA/COLOMBIA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	130
17/02/78	TATABANYA/ HUNGRÍA	GRISÚ EN LA MINA	26
10/10/79	BEUTHEN/POLONIA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	33
28/10/79	MOON GYONG/ COREA	INCENDIO EN LA MINA	42
30/10/79	KATTOWITZ/ POLONIA	ACCIDENTE EN LA MINA	22
29/11/80	LIVEZZEN/RUMANIA	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	49
17/04/81	REDSITONE/EUA	GRISÚ EN LA MINA DE CARBÓN	15
07/05/81	NUEVO CASTLE/ SUDÁFRICA	EXPLOSIÓN DE METANO EN LA MINA	10
03/09/81	ZALUZI CHECOS.	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	65
16/10/81	YUBARI/JAPÓN	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	93
1981	EUA	EXPLOSIÓN DE POLVO DE CARBÓN EN LA MINA	24
12/05/81	ZENICA YU.	EXPLOSIÓN DE GRISÚ	29
-/06/82	BEUTHEN/POLONIA	ACCIDENTE EN LA MINA	10
19/11/82	BEUTHEN/POLONIA	EXPLOSIÓN DE GAS DURANTE EL APAGADO DE CARBÓN AUTO- INFLAMABLE	18
82	-/CHINA	AVALANCHA ENTIERRA MINEROS	284
07/03/83	ZONGULDAK/ URQUIA	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	106
06/06/73	NISYU	EXPLOSIÓN EN LA MINA	35
22/06/83	OROSZLANY/ HUNGRÍA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	36

13/07/83	BARNSELY/GB	INCENDIO EN LAS INSTALACIONES DE PREPARACIÓN DE CARBÓN	7	12Mf
12/09/83	NATAL/SUDÁFRICA	GRISÚ EN LA MINA	63	
18/01/84	OMUTA/JAPÓN	INCENDIO EN LA MINA	83	
21/04/84	RESAVICA/YU	EXPLOSIÓN EN LA MINA	33	
20/06/84	TAIPEI/FORMOSA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	74	
10/07/84	MEI-SHAN/FORMOSA	INCENDIO EN LA MINA	121	
10/09/84	URUSSANGA/BRASIL	EXPLOSIÓN DE METANO EN LA MINA	32	
05/12/84	TAIPEI/FORMOSA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	93	
19/12/84	ORANGEVILLE/EUA	INCENDIO EN LA MINA	>25	
25/02/85	FOBACH/FRANCIA	GRISÚ EN LA MINA	22	
17/05/85	HOKKAIDO/JAPÓN	ACCIDENTE EN LA MINA	62	
14/08/85	GUANGXI/CHINA	EXPLOSIÓN EN LA MINA	21	
22/12/85	WALDEMBURG/ POLONIA	EXPLOSIÓN DE GIRSÚ	>18	
22/03/86	HUNEDOARA/ RUMANIA	EXPLOSIÓN DE GIRSÚ EN LA MINA	17	
24/12/86	DONEZK/EX-URSS	EXPLOSIÓN DE GIRSÚ EN LA MINA	-30	
17/08/87	SEICHUAN/CHINA	EXPLOSIÓN DE GAS EN LA MINA	36	
25/11/88	LAS ESPERANZAS/ MÉXICO	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEBIDO A UN CORTO-CIRCUITO	-43	

## ACCIDENTES CON VICTIMAS EN EL TRANSPORTE DE PETRÓLEO

FECHA	LUGAR/PAÍS	ACCIDENTE	VICTIMAS	DAÑOS
17/02/69	JOHANNESBURG/ SUDÁFRICA	COLISIÓN DE UN TREN DE PASAJEROS CONTRA UN TREN DE TANQUES	20	
24/07/69	PORQUEROLLES/ FRANCIA	NAUFRAGIO DE UN BUQUE TANQUE NORUEGO "SILFA"	20	50 MSFr
19/05/70	NAKRU/KENIA	COLISIÓN DE UN AUTOBÚS CONTRA UN CARRO-TANQUE	20	

05/11/70	KRISTIANSAND/ NORUEGA	EXPLOSIÓN EN EL BUQUE- TANQUE "POLIO"	12	
28/11/70	-/JAPÓN	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE "THAMES MARU"	25	
12/11/71	CANAL DE LA MANCHA	NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "TEXACO CARIBBEAN" DESPUÉS DE COLISIÓN	21	21 MSFr
22/01/71	CERDEÑA/ ITALIA	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE "UNIVERSE PATRIOT"	15	
18/02/71	OCEANO ATLÁNTICO	EXPLOSIÓN Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "FERNCastle"	7	52 MSFr
27/03/71	CAROLINA N/ EUA	NAUFRAGIO "TEXACO OCLAHOMA"	31	24 MSFr
11/05/72	RÍO DE LA PLATA/ ARGENTINA	COLISIÓN DEL BUQUE-TANQUE "TIENCHEE" CONTRA UN NAVIO FRIGORIFICO	83	
28/06/72	BOMBAY/INDIA	EXPLOSIÓN DEL BUQUE-TANQUE "TARSOS"	29	11 MSFr
31/01/75	MARCUS HOOK/ EUA	EL BUQUE- TANQUE "EDGAR M. QUEENY" ALCANZA AL NAVIO "CORINTHOS"	28	11 MUSS
23/03/75	COSTA DE ARGELIA	EXPLOSIÓN EN EL BUQUE- TANQUE "JULY STAR"	35	
17/10/76	-/FRANCIA	COLISIÓN DE UN BUQUE-TANQUE "BOEHELEN"	3	155 MSFr
18/12/76	LOS ÁNGELES/ EUA	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN EL BUQUE-TANQUE "SANSINENA"	7	7 MUSS

01/77	ATLÁNTICO NORTE	NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "GRAND ZENITH"	38	
08/77	GOOKI/EX-URSS	EXPLOSIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE PETRÓLEO	28	
13/11/77	CIUDAD JUÁREZ/ MEXICO	ACCIDENTE DE UN TREN CONTRA CARRO- TANQUE	37	
23/12/78	CARIBE/ COLOMBIA	EXPLOSIÓN Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "CASSIOPEIA"	5	15 MUSS
12/10/78	-/SINGAPUR	EXPLOSIÓN DEL BUQUE-TANQUE "SPYROS"	64	
09/11/78	MALILA/ FILIPINAS	EXPLOSIÓN DEL BUQUE-TANQUE "FEOSO SUN"	31	
22/11/78	BENUE/NIGERIA	COLISIÓN DE UN TREN DE PASAJEROS CONTRA UN CARRO-TANQUE	>100	
31/12/78	COSTA NORTE/ ESPAÑA	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE "ANDROS PATRIA"	29	
08/01/79	BANTRY BAY/ EIRE	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE "BETELGEUSE"	51	55 MSFr
14/03/79	SALÓNICA/ GRECIA	ACCIDENTE DE AUTOBUS CONTRA UN CARRO TANQUE	30	
20/07/79	CARIBE/TOBAGO	INCENDIO Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "ATLANTIC EXPRESS" POR COLISIÓN CON EL BUQUE- TANQUE "AEGIAN CAPTAIN"	29	43 MUSS

01/11/79	GALVESTON/ EUA	COLISIÓN DEL BUQUE-TANQUE "BUMA AGATA" CONTRA UN NAVÍO CARGUERO	32	
15/11/79	BOSFORUS/ TURQUÍA	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE INDEPENDENA POR COLISIÓN CON UN BUQUE CARGUERO	52	40 MUSS
27/01/80	COSTA OESTE/ EUA	NAUFRAGIO POR COLISIÓN DEL BUQUE-TANQUE "CAPRICORN"	26	
23/02/80	PYLOS/GRECIA	EXPLOSIÓN Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "IRENES SERENADE"	2	6 MUSS
11/03/80	ATLÁNTICO/ MAURITANIA	EXPLOSIÓN Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "MARÍA ALEJANDRA"	36	3 MPta
03/04/80	OCEANO INDICO/ TANZANIA	EXPLOSIÓN Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "ALBAHAA B"	6	24 MUSS
28/05/80	SWIFT CURRENT/ CANADÁ	ACCIDENTE DE TRÁNSITO ENTRE AUTOBÚS, UN TREN Y UN CARRO-TANQUE	23	
20/01/82	LA VENTA/ MÉXICO	EXPLOSIÓN DE OLEODUCTO	33	
07/03/82	ATLÁNTICO/ BERMUDAS	EXPLOSIÓN Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "GOLDEN DOLPHIN"	9	29 MUSS
01/03/83	MADRÁS/INDIA	EXPLOSIÓN DE UN CARRO- TANQUE	20	
25/02/84	CUBATAO/ BRASIL	EXPLOSIÓN E INCENDIO DE UN OLEODUCTO	>500	
07/03/85	GUADALAJARA/ MÉXICO	COLISIÓN DE UN CARRO-TANQUE CON UN AUTOBÚS	30	

26/05/85	BAHÍA DE ALGECIRAS/ ESPAÑA	EXPLOSIÓN. INCENDIO Y NAUFRAGIO DEL BUQUE-TANQUE "PETRAGEN ONE" DURANTE LA DESCARGA	>30	28 MUSS
01/11/85	KARNATOKA/ INDIA	EXPLOSIÓN DE UN CARRO- TANQUE	>39	
23/06/87	AZIER/FRANCIA	COLISIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE "VICTORIA" CONTRA EL "PUYOH MARU" EN EL RÍO SENA	5	
07/07/87	HERBOM/ ALEMANIA	EXPLOSIÓN POR UN ACCIDENTE DE CARROS EN UNA GASOLINERÍA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD	5	

## ACCIDENTES EN REFINERÍAS E INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE PETRÓLEO

FECHA	LUGAR/PAÍS	ACCIDENTES	VICTIMAS	DAÑOS
01/10/69	ESCOMBRERAS/ESP.	INCENDIO EN LA REFINERÍA	1	30 MSFr
11/11/69	CD. MADERO/MÉX.	EXPLOSIÓN EN LA REFINERÍA	8	
24/01/70	SEMARANG/ INDONESIA	INCENDIO POR FUGA EN EL CONDUCTO DE LA REFINERÍA	50	
17/03/70	DARYA KHAN/PAQ.	EXPLOSIÓN DE UN AUTOBÚS CONTRA UNA GASOLINERÍA	28	
05/12/70	LINDEN/EUA	INCENDIO DE LA COMPAÑÍA "HUMBLE OIL & REFINING CO."		300 MSFr
11/70	OSAKA/JAPÓN	EXPLOSIÓN EN LA REFINERÍA	5	
04/08/71	SICILIA ITALIA	INCENDIO DE LA REFINERÍA		49 MSFr
30/03/72	RÍO DE JANEIRO	INCENDIO DE LA REFINERÍA DE "D. CAXIAS"	21	

04/08/71	TRIESTE/ITALIA	INCENDIO EN EL DEPÓSITO DE PETRÓLEO DEL OLEODUCTO "TRIESTE-INGOLSDAT"	?	12 MSFr
06/01/73	BAYONNE/EUA	GRAN INCENDIO EN UN DEPÓSITO DE PETRÓLEO. POR COLISIÓN DE DOS NAVÍOS	?	
25/04/74	PITESTI/RUMANIA	EXPLOSIÓN EN LA REFINERÍA	?	30 MSFr
01/06/74	FIX BOROUGH GRAN BRETAÑA	EXPLOSIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UNA PETROQUÍMICA	29	21 Mf
07/08/74	WILHEMSHAFEN/ALEMANIA	ABOLLAMIENTO DEL PUENTE DE DESCARGA DEL BUQUE-TANQUE "AL FOUNAS"		26 MDM
10/05/75	AUTUÉRPIA/BELG.	EXPLOSIÓN DE UNA PLANTA PETROQUÍMICA	6	50 MUSS
26/02/75	MYMENSINGH/BANGLA.	EXPLOSIÓN DE UN TANQUE DE GASOLINA DE UN AUTOBÚS	70	
07/11/75	BEEK/HOLANDA	EXPLOSIÓN DE UNA PLANTA PETROQUÍMICA	14	108 Mhfl
01/12/75	MONGSTAD/NORUEGA	INCENDIO EN LA REFINERÍA		70 MnKr
-75	PHILADELPHIA/EUA	EXPLOSIÓN DURANTE EL MANTENIMIENTO DE UN TANQUE DE PETRÓLEO	8	15 MUSS
03/01/76	S. BROOKLYN/EUA	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN LA INSTALACIÓN DEL OLEODUCTO		VARIOS
08/04/76	MISUSHIMA/JAPÓN	EXPLOSIÓN EN UNA REFINERÍA		4,800 MYen
11/05/77	ABQAIQ/ARABIA S.	ROTURA DE UN OLEODUCTO CON INCENDIO EN LA INSTALACIÓN DE TRANSBORDO	?	54 MUSS
04/06/77	ABQAIQ ARABIA S.	EXPLOSIÓN EN LA INSTALACIÓN DE TRANSBORDO	?	11 MUSS
08/12/77	BRINDISI/ITALIA	INCENDIO EN UNA PETROQUÍMICA	?	25 MLir
16/04/78	ABQAIQ/ ARABIA S.	EXPLOSIÓN Y INCENDIO Y RUPTURA DE TUBERÍA EN UNA INSTALACIÓN DE SEPARACIÓN DE GAS PETRÓLEO	?	54 MUSS
01/04/80	TOKUYAMA/JAPÓN	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN UNA REFINERÍA	?	4 BYen
20/08/81	SHUOIBA KUWAIT	INCENDIO EN UN AREFINERÍA	?	50 MUSS
17/10/81	WARRI/NIGERIA	INCENDIO EN UNA REFINERÍA	?	4MNaira
06/12/81	IMMINGHAM/GB	INCENDIO EN UN REFINERÍA	?	52 MUSS

31/03/82	KOSHIMA/JAPÓN	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN UNA REFINERÍA	?	8.700 MYen
02/11/82	WARRI/NIGERIA	INCENDIO EN UNA REFINERÍA	?	10 MNaira
13/12/82	BOGOTÁ-COLOMBIA	EXPLOSIÓN DE UN TANQUE DE DEPÓSITO	?	350 M Pesos
19/12/82	TACOAV VENEZUELA	EXPLOSIÓN DE TANQUES EN ÁREAS DE UNA CENTRAL ELÉCTRICA DE PETRÓLEO	145	150 MBolv
02/07/83	FORT MC MURRAY/ CN	INCENDIO EN UNA REFINERÍA DE ARENAS BITUMINOSAS	?	15 MUSS
30/08/83	MILFORD HAVEN/GB	INCENDIO EN UNA REFINERÍA	?	?
06/12/83	TELEAJEN/RUMANIA	EXPLOSIÓN EN UNA REFINERÍA	>30	
08/03/84	COCHIN/INDIA	INCENDIO EN UNA REFINERÍA		155 MRupias
15/08/84	FORT MC MURRAY/ CN	INCENDIO EN UNA INSTALACIÓN DE PREPARACIÓN DE ARENAS BITUMINOSAS		425 MCS
16/08/84	PALAU MERLIMAU/ SINGAPUR	INCENDIO EN UNA REFINERÍA		12 MUSS
24/07/84	ILINOIS/EUA	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN UNA REFINERÍA	>13	
26/03/85	BIG SPRING/EUA	EXPLOSIÓN EN UNA REFINERÍA		37 MUSS
21/12/85	NÁPOLES/ITALIA	EXPLOSIÓN E INCENDIO DE UNA REFINERÍA	>43	

## ACCIDENTES CON GAS

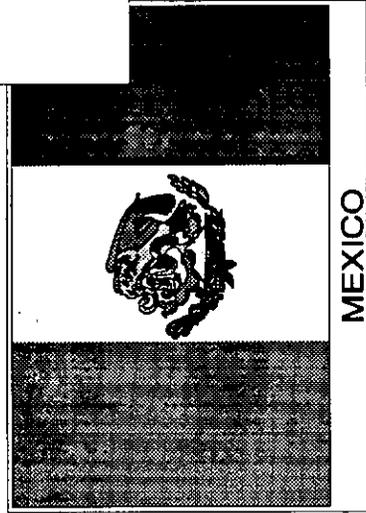
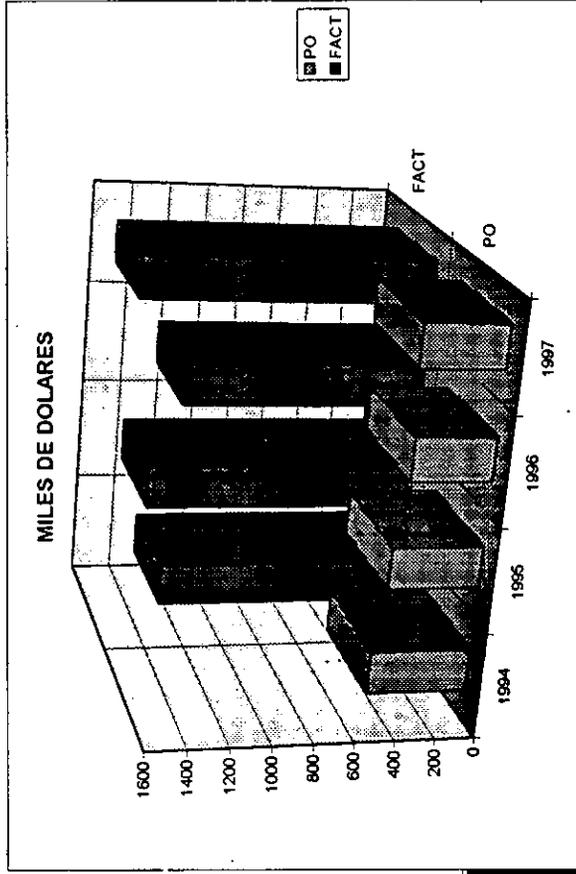
FECHA	LUGAR PAÍS	ACCIDENTE	VICTIMAS	DAÑOS
20/09/69	BOLOGNA/ITALIA	DERRUMBE DE UN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS POR LA EXPLOSIÓN DE GAS	10	?
25/12/71	SEÚL-COREA	INCENDIO DE UN HOTEL POR GAS PROPANO EN UNA COCINA	169	?
772 01-02-73	S. PAULO/BRASIL St. AMAD LES EAUX/ FRANCIA	EXPLOSION DE GAS ACCIDENTE DE TRÁNSITO.	37 9	? ?
10 02/73	STATE ISL./EUA	EXPLOSIÓN DE CARRO TANQUE DE GAS LÍQUIDO EXPLOSIÓN DE UN CARRO TANQUE VACIO DE GAS LÍQUIDO	33	31 MUSS

23/05/73	COLONIA/ALEMANIA	EXPLOSIÓN E INCENDIO CON GAS LÍQUIDO EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA		46 MFr
29/03/75	EAGLE PASS/EUA	ACCIDENTE DE TRÁNSITO	>17	50 MUSS
26/01/77	MARL/ALEMANIA	EXPLOSIÓN DE UN CARRO-TANQUE DE GAS LÍQUIDO		49 MDM
03/04/77	UMM SAID/QUATAR	EXPLOSIÓN DE UN TANQUE DE GAS EN UNA INDUSTRIA QUÍMICA	7	300 MRyal
12/02/78	PARIS PASSY/ FRANCIA	RUPTURA DE UN TANQUE DE GAS LÍQUIDO (EXTRACCIÓN DE GAS NATURAL)	13	80 MMFr
11/07/78	SAN CARLOS DE LA RAPITA/ESPAÑA	EXPLOSIÓN DE GAS EN UN DEPARTAMENTO RESIDENCIAL	216	
16/07/78	XILOTEPEC/MÉXICO	EXPLOSIÓN DE GAS POR ACCIDENTE DE UN CARRO-TANQUE CON GAS LÍQUIDO EN EL CAMPING "LOS ALFAQUES"	100	
01/11/78	CD. DE MÉXICO	COLISIÓN Y EXPLOSIÓN DE UN CARRO-TANQUE CON GAS LÍQUIDO	58	
25/02/78	WAVERLEY/EUA	EXPLOSIÓN DE GASODUCTO	12	
79	VARSOVIA POL	EXPLOSIÓN DE UN VAGÓN-TANQUE DESCARRILADO	41	
26/02/80	PRINCESS/CANADA	EXPLOSIÓN DE GAS EN UN EDIFICIO BANCARIO	?	55 MCS
23/10/80	ORTUELA/ESPAÑA	INCENDIO EN INSTALACION DE GAS	70	
27/10/80	INGOLSTADT/ ALEMANIA	EXPLOSIÓN DE GAS EN UNA ESCUELA	?	
25/11/80	DANACIOBASI/TUR.	EXPLOSIÓN E INCENDIO DE UNA ESTACIÓN REGULADORA DE UN GASODUCTO	97	
24/04/81	BRUSELAS/BÉLGICA	EXPLOSIÓN DE UN BURBUJEADOR DE GAS LÍQUIDO	22	
21/06/81	MORRISVILLE/EUA	DERRUMBE DE UNA CASA A CONSECUENCIA DE UNA EXPLOSIÓN	?	113 MUSS
12/10/81	MONTECCHIO/ ITALIA	EXPLOSIÓN DE UN RECIPIENTE DE GAS PROPANO	6	
27/12/81	PISA-ITALIA	EXPLOSIÓN DE GAS EN UNA CANALIZACIÓN DE UNA CASA	>9	
13/04/83	BOTANG BADAQ INDONESIA	EXPLOSIÓN DE GAS EN UN RESTAURANTE	?	195 MUSS
		EXPLOSIÓN EN UNA INSTALACION DE GAS LÍQUIDO		

28/12/83	BUFFALO/EUA	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN UN ALMACÉN	>6	
25/03/84	ELTERS DORF/ALEMANIA	EXPLOSIÓN E INCENDIO EN TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS	?	
16/08/84	ENCHOVA BRASIL	ESCAPE EN UNA CAÑERÍA DE GAS DE UNA PLATAFORMA DE PERFORACIÓN	>40	
31/10/84	SAN FCO.EUA	EXPLOSIÓN E INCENDIO DEL BUQUE-TANQUE DE PETRÓLEO GAS LÍQUIDO "PUERTO RICO"		35MUS\$
19/11/84	CD. DE MÉXICO	EXPLOSIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE GAS	452	
10/01/85	LONDRES/INGL.	EXPLOSIÓN DE UN GRUPO DE APARTAMENTOS	10	
06/10/85	TRONDHEIM/NOR	EXPLOSIÓN DE GAS E INCENDIO EN LA PLATAFORMA DE PERFORACIÓN "WEST GUARD"		300MnKr
23/01/86	MÓDENA/ITALIA	EXPLOSIÓN EN UN RECIPIENTE DE GAS LÍQUIDO FRENTE A UN EDIFICIO	7	
27/12/86	GARMISCH-PARTENKIRCHEN/ALEMANIA	EXPLOSIÓN DE UNA TUBERÍA DE GAS LÍQUIDO EN UN HOTEL	11	

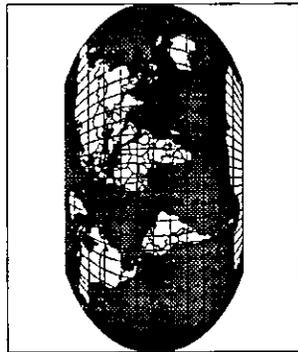
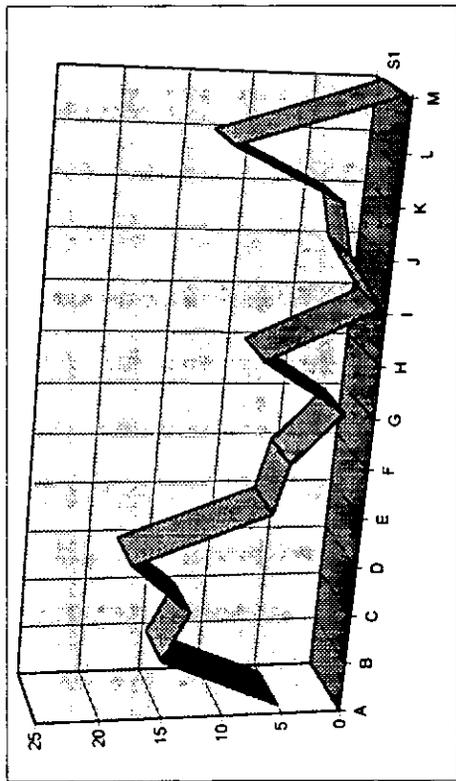
\* Los ejemplos de accidentes anteriormente presentados sólo cubren hasta el año de 1986, por lo que en sectores distintos a la Energía Atómica, las estadísticas se han incrementado. El hecho de sólo haber incluido accidentes hasta este año, corresponde a que es hasta 1986 cuando se registra el primer y único accidente de Energía Atómica en la historia. Se recomienda consultar: Energía Nuclear para la Protección del Medio Ambiente. Comisión Federal de Electricidad. Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde. Veracruz, México, 1993, pp. 75-83.

# CUOTAS ASIGNADAS A MÉXICO POR EL IOEA (Dólares E.U.) 1994-1997



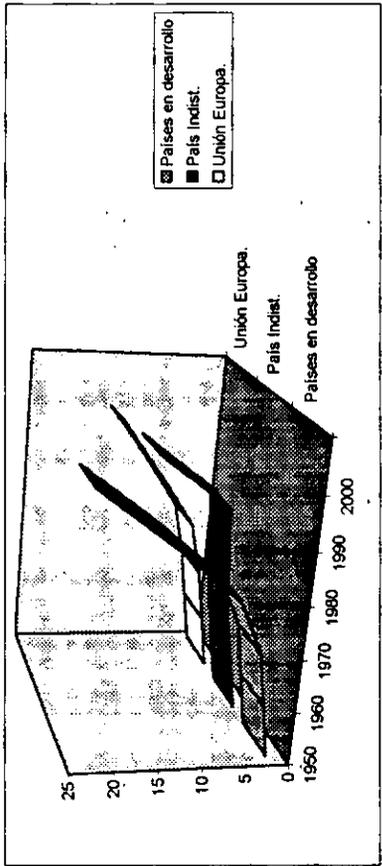
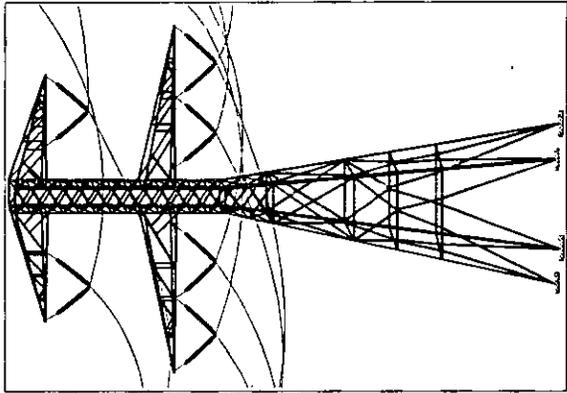
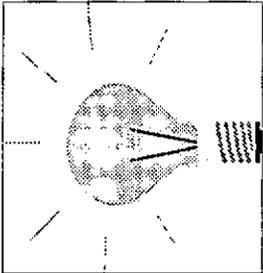
Fuente: OIEA

DISTRIBUCION DE LOS PROYECTOS DE COOPERACION TECNICA DE OIEA PARA 1997-1998  
Proyectos Básicos



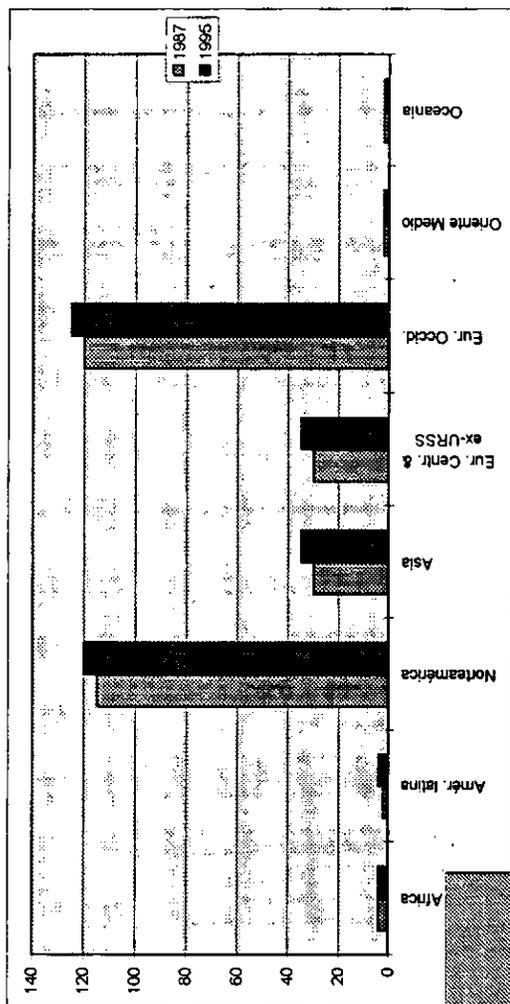
- A: Energía Nucleoeléctrica
- B: Ciclo de combustible nuclear y tecnología de la gestión de desechos
- C: Agricultura y alimentación
- D: Sanidad humana
- E: Medio ambiente marino, recursos hídricos e industria.
- F: Ciencias Físicas y Químicas
- G: Seguridad Nuclear
- H: Seguridad Radiológica
- I: Seguridad de Desechos radioactivos
- J: Coordinación de las actividades de seguridad
- K: Seguridad de los materiales
- L: Actividades Jurídicas, relaciones exteriores e información pública
- M: Gestión de información y servicios de apoyo.

CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN EL MUNDO  
DE 1950 AL AÑO 2000



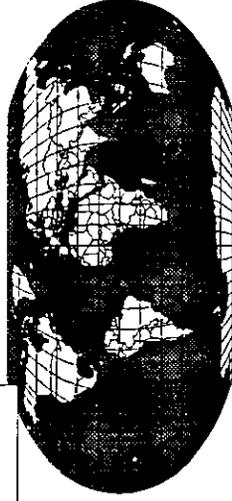
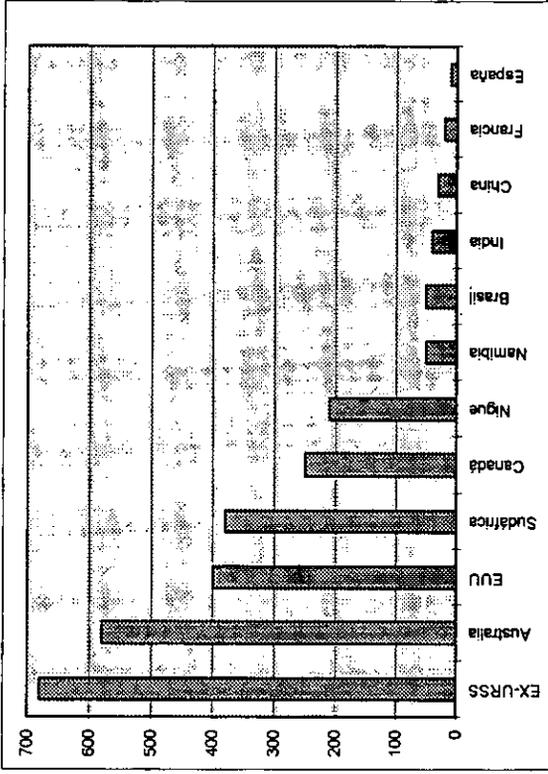
Fuente : OIEA

**CAPACIDAD OPERATIVA DE LAS CENTRALES NUCLEOELECTRICAS EN EL MUNDO**  
 Tabla comparativa por regiones



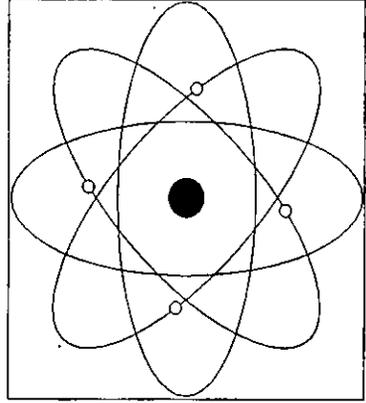
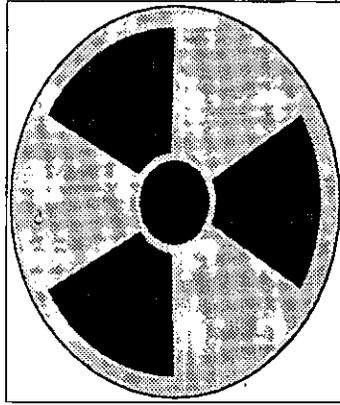
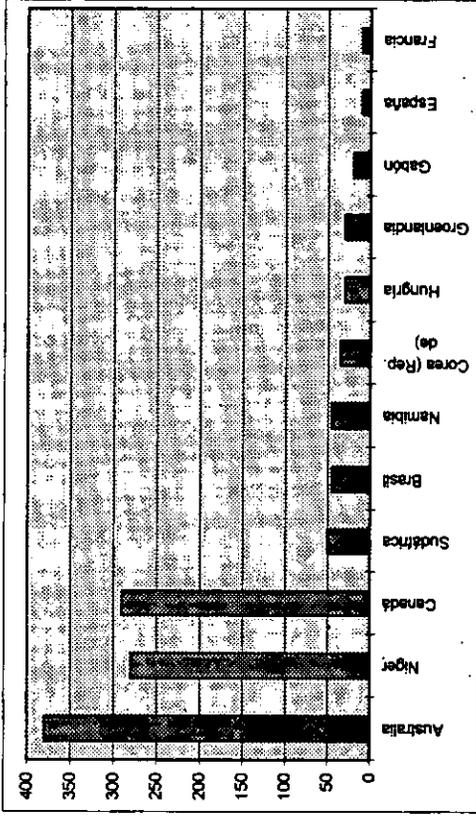
Fuente: Consejo Mundial de Energía

Países con Grandes Reservas Probadas de Uranio.  
Recuperables a menos de \$ US130/kg.



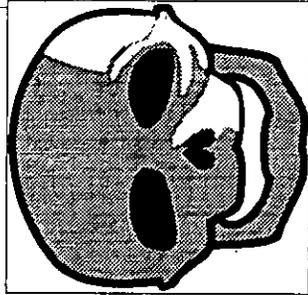
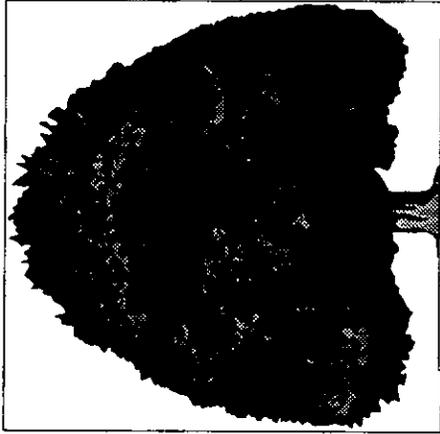
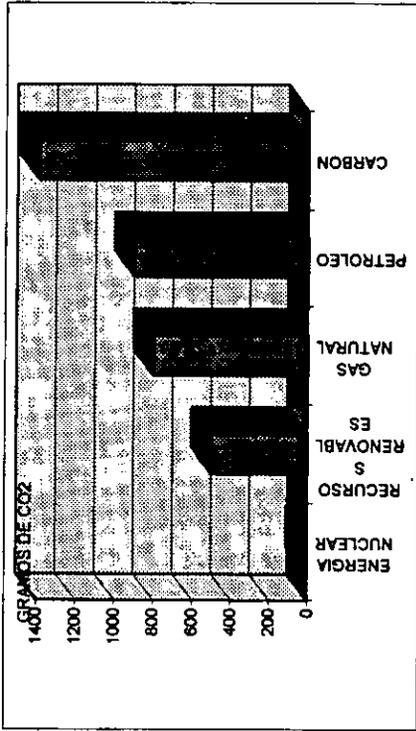
Fuente: Consejo Mundial de Energía

PAISES CON GRANDES CANTIDADES ADICIONALES DE URANIO  
RECUPERABLES A MENOS DE \$US130/KG.



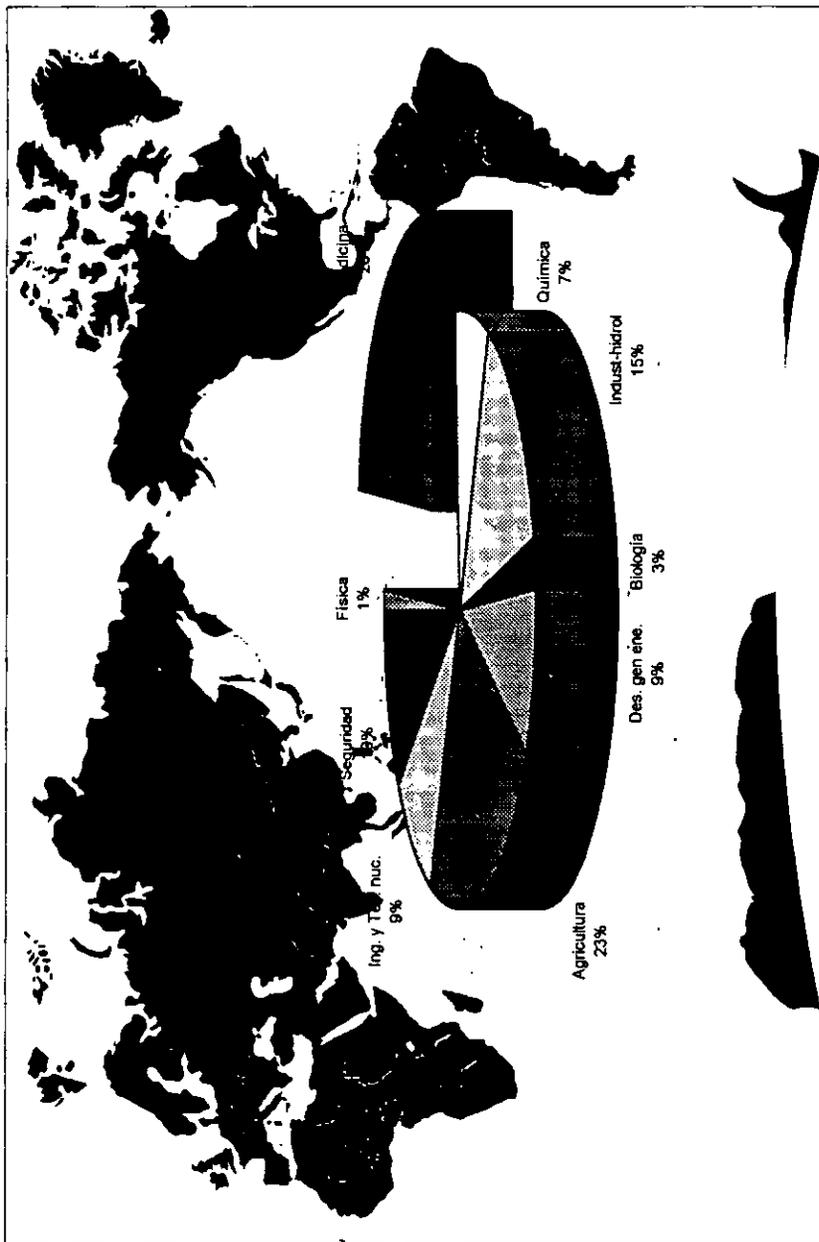
Fuente : Consejo Mundial de Energía

TABLA COMPARATIVA DE EMISIONES DE BIOXID DE CARBONO EN LA GENERACION DE ELECTRICIDAD

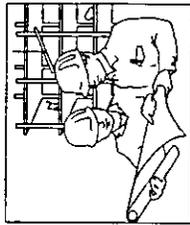


Los rasgos corresponden a diferentes combustibles en al generación de la misma cantidad de electricidad  
Fuente: OIEA

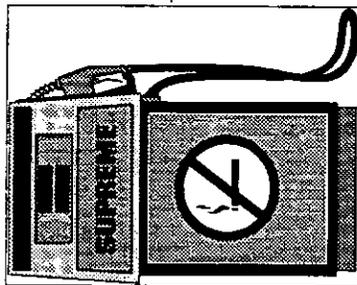
**PRIORIDADES PARA EL USO DE LA ENERGIA NUCLEAR EN EL MUNDO**  
Programas nacionales registrados en el OIEA



**PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL DE ENERGIA CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS TIPOS DE COBUSTIBLE**



Grupos de países	Sólidos	Líquidos	Gases	Fuerza hidráulica	Nuclear	Geométrico	Total
OCDE América del Norte	22.56	42.52	26.33	5.23	3.32	0.04	100
OCDE Europa	21.83	50.41	15.70	7.74	4.28	0.04	100
OCDE Pacífico	18.11	65.97	7.10	5.34	3.37	0.11	100
Europa de planificación central	39.02	33.10	23.49	3.20	1.20		100
Asia	67.47	23.85	2.85	3.52	0.31		100
América Latina	21.00	55.13	12.63	11.08	0.12	0.05	100
África y Oriente Medio	48.20	0.30	7.25	4.26			100
Total Mundial	33.84	41.02	17.62	5.23	2.25	0.03	100
Países industrializados	27.68	43.11	21.18	5.12	2.88	0.03	100
Países en desarrollo	53.69	34.36	6.15	5.56	0.22	0.01	100



En los sólidos de incluye la madera comercial  
Fuente: OIEA/ININ

## GLOSARIO

**Almacenamiento**, Para los fines de la AIEA, por almacenamiento se entiende a la colocación de elemento combustible, combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su concentración con la intención de ser recuperados.

**Análisis por activación**, Técnica nuclear que sirve para detectar en cualquier muestra o compuesto los elementos que lo conforman.

**Arma Nuclear**, Todo artefacto que es susceptible de liberar Energía Atómica en forma no controlada y que tenga un conjunto de características propias de su empleo con fines bélicos. El instrumento que pueda utilizarse para el transporte o la propulsión del artefacto no queda comprendido en esta definición si es separable del artefacto y no es parte indivisible del mismo.

**Ascareles**, Líquidos orgánicos que se utilizan como aislantes y refrigerantes en los transformadores de energía eléctrica.

**Átomo**, Elemento primario de la composición química de los cuerpos.

**Barras de control**, Barras de Boro que absorben los neutrones libres de una reacción en cadena, y que sirven para controlar las fisiones en el interior de un reactor.

**Botón Rojo**, Es el nombre que se le da al botón que activa al armamento nuclear estratégicamente colocado por algunas de las potencias mundiales

más importantes como Francia, Estados Unidos, China, Reino Unido y Rusia.

**Central Nucleoeléctrica**, Es la estación nuclear que se dedica únicamente a producir electricidad.

**Cierre**, Para los fines de la AIEA, por cierre se entiende la terminación de todas las operaciones en algún momento posterior a la colocación del combustible gastado o de los desechos radiactivos en una instalación de evacuación. Ello incluye el trabajo final de la ingeniería o de otra índole que se requiera para dejar la instalación en una condición segura a largo plazo.

**Clausura**, Para los fines de la AIEA, por clausura se entiende todas las medidas conducentes a la liberación del control reglamentario de una instalación nuclear que no sea una instalación de evacuación. Estas medidas incluyen los procesos de descontaminación y desalmacenamiento.

**Combustible gastado**, Para los fines de la AIEA, por combustible gastado se entiende al combustible nuclear irradiado y extraído permanentemente del núcleo de un reactor.

**Combustible nuclear**, Combustible creado a partir de Uranio, con el cual funciona un reactor nuclear.

**Descargas**, Para los fines de la AIEA, por descargas se entiende las liberaciones planificadas y controladas al medio ambiente, como práctica legítima, dentro de los límites autorizados del órgano regulador de materiales radiactivos líquidos o gaseosos que proceden de instalaciones nucleares reglamentadas durante el funcionamiento normal.

**Desechos radiactivos**, Para los fines de la AIEA, por desechos radiactivos se entiende los

materiales radiactivos en forma gaseosa, líquida o sólida para los cuales la Parte Contratante o una persona natural o jurídica cuya decisión sea aceptada por la Parte Contratante no prevé ningún uso ulterior y que el órgano regulador controla como desechos radiactivos según el marco legislativo y reglamentario de la Parte Contratante.

**Electrones,** Partículas constituyentes del átomo con carga negativa, que oscilan alrededor del núcleo atómico como si fueran planetas alrededor del Sol.

**Elemento combustible,** Agrupamiento de haces, en cuyo interior se encuentran depositados tubos de material inoxidable con combustible nuclear, los cuales se colocan en el núcleo de la pila atómica.

**Energía Nuclear,** Es la energía liberada por transmutaciones nucleares.

**Ensayos Nucleares,** Actividades que sirven para demostrar la efectividad de algún diseño de un artefacto con poderes nucleares.

**Estado de destino,** Para los fines de la AIEA, por Estado de destino se entiende un Estado hacia el cual se prevé o tiene lugar un movimiento transfronterizo.

**Estado de origen,** Para los fines de la AIEA, por Estado de origen se entiende a un Estado desde el cual se prevé inicial o se inicia un movimiento transfronterizo.

**Estado de tránsito,** Para los fines de la AIEA, por Estado de tránsito se entiende a cualquier Estado distinto de un Estado de origen o de un Estado de destino a través de cuyo territorio se prevé o tiene lugar un movimiento transfronterizo.

**Evacuación,** Para los fines de la AIEA se entiende por evacuación a la colocación de combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación adecuada sin la intención de recuperarlos.

**Fisión Nuclear,** Escisión del núcleo de un átomo, a causa de un bombardeo de neutrones, que provoca la liberación de energía.

**Fitomejoramiento Nuclear,** Es la técnica nuclear utilizada en la alimentación, bajo la cual se irradian algunos productos vegetales o frutales para mejorar su calidad o para que su cosecha sea más fácil o productiva.

**Fuente sellada,** Para los fines de la AIEA, por fuente sellada se entiende al material radiactivo permanentemente sellado en una cápsula o compactado y en forma sólida, excluidos los elementos combustibles del reactor.

**Fusión Nuclear,** Ocurre cuando los núcleos atómicos de X elemento con pequeña masa molecular se aproximan lo suficiente para formar así un núcleo más grande, liberando una cantidad energética superior a la que se produce con una fisión.

**Gamagrafía Ósea (GO),** Técnica de la medicina nuclear que sirve para detectar cáncer u otro tipo de malformaciones en el sistema óseo.

**Gestión de Desechos Radiactivos,** Para los fines de la AIEA, por gestión de desechos radiactivos se entiende todas las actividades, incluidas las actividades de clausura, que se relacionan con la manipulación, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y evacuación de desechos radiactivos, excluido el transporte fuera del emplazamiento. También puede comprender las descargas.

**Gestión del Combustible Gastado,** Para los fines de la AIEA, por gestión de combustible gastado se entiende a todas las actividades que se relacionan con la manipulación o almacenamiento del combustible gastado, excluido el transporte fuera del emplazamiento. También puede comprender las descargas.

**Huella dactilar nuclear,** Técnica nuclear que sirve para identificar cabellos, uñas, piel, etc., de una misma persona.

**Instalación de Gestión de Desechos Radiactivos,** Para los fines de la AIEA, por instalación de gestión de desechos radiactivos se entiende cualquier unidad o instalación que tenga como principal finalidad la gestión de desechos radiactivos, incluidas las instalaciones nucleares en proceso de clausura solamente si son designadas por la Parte Contratante como instalaciones de gestión de desechos radiactivos.

**Instalación de Gestión del Combustible Gastado,** Para los fines de la AIEA, por instalación de gestión del combustible gastado se entiende a cualquier unidad o instalación, que tenga por principal finalidad la gestión de combustible gastado.

**Instalación Nuclear,** Para los fines de la AIEA, por instalación nuclear se entiende una instalación civil y los territorios, edificios y equipo afines, en la que se produce, tratan, utilizan, manipulan, almacenan o evacuan materiales radiactivos en tal escala que es preciso tomar en consideración la seguridad.

**Irradiación,** Es el acto de someter a un cuerpo a rayos de luz, calor o de otro tipo, como las radiaciones nucleares.

**Isóbaros,** Átomos de diferentes elementos que tienen la misma masa molecular.

**Isótopos,** Átomos de un mismo elemento con diferente número de neutrones.

**Laboratorio Nuclear tipo A,** Es un laboratorio especialmente habilitado para manipular elevadas actividades de sustancias muy radiactivas.

**Laboratorio Nuclear tipo B,** Es un laboratorio especialmente habilitado para trabajar con radioisótopos.

**Laboratorio Nuclear tipo C,** Es un muy buen laboratorio químico capaz de utilizar pocas cantidades de radioisótopos

**Licencia,** Para los fines de la AIEA se entiende por licencia cualquier autorización, permiso o certificado otorgado por un órgano regulador para realizar cualquier actividad relacionada con la utilización de la Energía Nuclear.

**Masa Atómica,** masa relativa de los átomos de diversos elementos.

**Material crítico,** material capaz de hacer fisiones nucleares o en su defecto una reacción en cadena.

**Medicina Nuclear,** Es la rama de la medicina en la que se utiliza la Energía Atómica, ya sea en el diagnóstico o tratamiento de enfermedades como el cáncer.

**Molécula,** Es la partícula formada de átomos que representa la cantidad más pequeña de un cuerpo que pueda existir en estado libre.

**Movimiento transfronterizo,** Para los fines de la AIEA, por movimiento transfronterizo se entiende a cualquier expedición de elemento combustible, combustible gastado o de desechos radiactivos de un Estado de origen a un Estado de destino.

**Neutrón**, Partícula eléctrica neutra que junto con los protones, constituye un núcleo atómico.

**Nitroglicerina**, Explosivo mundialmente conocido como TNT, que tiene la facultad de estallar por el calor, el choque o por medio de un fulminante,

**Núcleo Atómico**, Parte central del átomo formada por protones y neutrones.

**Nucleoeléctrica**, Es la generación de energía eléctrica a través de la Energía Atómica.

**Número Atómico**, Número de un elemento en la clasificación periódica.

**Número de Masa**, Producto de la suma de los protones y los neutrones de un mismo elemento.

**Órgano regulador**, Para los fines de la AIEA, por órgano regulador se entiende cualesquiera órgano u órganos dotados por la Parte Contratante de facultades legales para reglamentar cualquier aspecto de seguridad en la utilización de la Energía Nuclear.

**Partes Contratantes**, Para los fines de la AIEA y de los tratados que mediante este Organismo se efectúen, se entiende por Partes Contratantes aquellas para las cuales sean válidas las leyes o tratados puestos en vigor por el Organismo.

**Plutonio**, Metal (Pu), de número atómico 94, obtenido del Uranio

**Programa Regular de Asistencia Técnica (PRAT)**, Programa de la AIEA que está orientado a apoyar a los Estados Miembros con asesoría, desarrollo de proyectos y cursos de capacitación.

**Protón**, Partícula eléctrica positiva que junto con los neutrones, constituye el núcleo atómico.

**Proyectil Atómico**, Proyectil de carga atómica.

**Radiación**, Es la emisión al espacio de ondas, rayos o partículas por parte de cualquier tipo de materia.

**Radiaciones alfa**, Radiaciones formadas por partículas pesadas con carga eléctrica positiva. Son las menos penetrantes, al grado de que se pueden bloquear con una simple hoja de papel.

**Radiaciones beta**, Radiaciones formadas por partículas ligeras con carga negativa. Cuentan con la particularidad de que se detienen con una gruesa hoja de metal.

**Radiaciones gama**, Radiaciones electromagnéticas con una naturaleza similar a la de la luz. Tienen la particularidad de ser las más penetrantes y para detenerlas se necesitan gruesos muros de concreto o acero.

**Radiofármaco**, Medicamento derivado de la Energía Nuclear.

**Radiografía de neutrones**, Técnica nuclear que se utiliza muy comúnmente en la criminalística para la identificación de billetes, documentos, firmas u obras de arte falsificadas.

**Rayos X o de Röntger**, Rayos que atraviesan fácilmente muchos cuerpos opacos y se utilizan en medicina como medio de investigación y tratamiento.

**Reacción en cadena**, Es el proceso mediante el cual se producen fisiones nucleares en serie, siendo una el producto de la otra.

**Reactor Nuclear / Pila Atómica**, Vasija en cuyo interior se encuentra el material capaz de producir una reacción en cadena.

**Reelaboración**, Para los fines de la AIEA, por reelaboración se entiende un proceso u operación con el propósito de extraer isótopos radiactivos de combustible gastado para su uso ulterior.

**Resonancia Magnética Nuclear,** Técnica de la Medicina Nuclear que sirve para la detección de tumores cerebrales.

**Territorio,** Para los fines de la AIEA, deberá entenderse por territorio al mar territorial, el espacio aéreo y cualquier otro ámbito sobre el cual el Estado ejerza soberanía de acuerdo con su propia legislación.

**Uranio,** Metal (U) de número atómico 92, de densidad 18.7 que tiene una gran radiactividad y sirve para la producción de Energía Nuclear. La cantidad de neutrones de este elemento puede ser muy variable, teniéndose isótopos de Uranio de 233 a 238. Los isótopos más importantes son los U-235, ya que se necesitan por lo menos en un 3% para que funcione un reactor nuclear.

**Vida operacional,** Para los fines de la AIEA, por vida operacional se entiende el periodo en que una instalación nuclear se utiliza para los fines que se ha concebido. En el caso de una instalación de evacuación, el periodo comienza cuando el combustible gastado o los desechos radiactivos se colocan por primera vez en la instalación y termina al cierre de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- ### BALCAZAR, Miguel, Radiación ¿Qué es? ¿Qué tan segura es?, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México, D.F., 1997, pp. 9.
- ### BERNABY, Frank, La Guerra del Futuro, El Conflicto Armado de la Próxima Década, Ed. Debate, España, 1985.
- ### BURTON, J. W., Teoría General de las Relaciones Internacionales, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, México, D.F., 1973, pp. 385.
- ### COHEN, Bernard L., La Energía Nuclear una Opción para el Futuro, Siglo XXI, México, D.F., 1993, pp.261.
- ### DE LAVIADA, Laura D.B., Almanaque Mundial 1996, Editorial Televisa, S.A. de C.V., México, D.F., 1996, pp. 608.
- ### DE LAVIADA, Laura D.B., Almanaque Mundial 1997, Editorial Televisa, S.A. de C.V., México, D.F., 1997, pp. 620.
- ### DE LAVIADA, Laura D.B., Almanaque Mundial 1998, Editorial Televisa, S.A. de C.V., México, D.F., 1998, pp. 615.
- ### GIL, Gayarre Miguel, Manual de Radiología Clínica, Mosby/Doyma Libros, Madrid, España, 1995, pp. 680.
- ### HODGES, LAMPE, HOLT, Manual de Radiología, la Prensa Médica Mexicana, México, D.F., 1970, pp. 408.
- ### MARQUES de Souza, Jair Albo, Energía Nuclear para la protección del medio ambiente, Comisión federal de Electricidad, Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, México, D.F., 1993, pp.87.
- ### OSMANÇZYK, Edmund Jan, Enciclopedia Mundial de Relaciones Internacionales y Naciones Unidas, Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1976, pp. 1236.
- ### PADOLINA, William G., Cuadragésima Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena, Austria, septiembre de 1996.
- ### PERKINS, Ray, Jr. The ABCs of the Soviet-American Nuclear Arms Race, Brooks/Cole Publishing Company, United States of America, 1991, pp. 241.
- ### PODER EJECUTIVO FEDERAL, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Editorial Alco, México, D.F., 1998, pp. 167.

### QUIROZ, Cuaron Alfonso, Medicina Forense, Editorial Porrúa, México, D.F., 1990, pp. 1123.

### SEARA, Vázquez Modesto, Política Exterior de México, Harla, México, D.F., 1985, pp. 414.

### SEARA, Vázquez Modesto, Tratado General de la Organización Internacional, Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 1974, pp. 1066.

### TIPPENS, Paul E. Física, conceptos y aplicaciones, Mc GRAW HILL, México, D.F., 1989, pp. 934.

### VÉLEZ, Ocón Carlos, La Energía y Medio Ambiente, UNAM, México, D.F., 1993, pp.260.

# HEMEROGRAFÍA

- ### Acciones y Compromisos de la Dirección General de Asuntos Internacionales, Secretaría de Energía, Dirección General de Asuntos Internacionales, México, Octubre 1997, pp. 87.
- ### Aportaciones al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Secretaría de Energía, Dirección de Estrategia e Información Internacional, México, D.F., 1997, pp. 4.
- ### Atenta nota informativa sobre algunos aspectos de la Energía Nuclear en el Mundo, Secretaría de Energía, Dirección General de Recursos Energéticos y Radiactivos, México, D.F., 1997, pp.30.
- ### Contacto Nuclear, ININ, Año 1, N° 1, Mayo de 1997, México, pp. 12.
- ### Contacto Nuclear, ININ, Año 1, N° 2, Junio de 1997, México, pp. 16.
- ### Contacto Nuclear, ININ, Año 1, N° 3, Julio de 1997, México, pp. 16.
- ### Contacto Nuclear, ININ, Año 1, N° 4, Agosto de 1997, México, pp. 16.
- ### Contacto Nuclear, ININ, Año 1, N° 5, Septiembre de 1997, México, pp. 16.
- ### Contacto Nuclear, ININ, Año 1, N° 6, Octubre de 1997, México, pp. 16.
- ### Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, OIEA, CN-12/46, del 20 de mayo de 1963; Viena, Austria.
- ### Convención mixta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos, OIEA, Viena, Austria, abril de 1997, pp. 30.
- ### Convención sobre la Pronta Notificación de Accidentes Nucleares, OIEA, INFCIRC/335, del 18 de noviembre de 1986, Viena Austria.
- ### Convención sobre la Protección Física de los Materiales Nucleares, OIEA, INFCIRC/274/rev. 1, de mayo de 1980, Viena Austria.
- ### Convención sobre Seguridad Nuclear, OIEA, INFCIRC/449, del 5 de julio de 1994, Viena, Austria.
- ### Cooperación Técnica. Proyectos para 1993-1994, OIEA, GOV/2618/add.1, del 12 de noviembre de 1992, Viena, Austria.
- ### Cooperación Técnica. Proyectos para el Programa Propuesto para 1995-1996, OIEA, GOV/2768 y GOV/2768/add.1, Viena Austria.

- ### Diario Oficial de la Federación, Convención sobre seguridad nuclear, Poder Ejecutivo Federal, Secretaría de Relaciones Exteriores, 24 de marzo de 1997, México, D.F., pp.80-87.
- ### Diario Oficial de la Federación, Ley reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, Poder Ejecutivo Federal, 4 de febrero de 1985, cuadernos Jurídicos 5, México, D.F., 1985.
- ### El Organismo Internacional de Energía Atómica: situación actual y participación de México, OIEA, Viena, Austria, 1996, pp. 19.
- ### Estatuto - con las enmiendas introducidas hasta 1990, OIEA, Viena, Austria, 1990, pp. 45.
- ### Estudio de Recursos de Energía, Consejo Mundial de Energía Londres, Inglaterra, 1995, pp. 235.
- ### Informe de actividades de 1996 del Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA, Viena, Austria, 1996, pp. 11
- ### Informe de actividades de enero a marzo de 1997, OIEA, Viena, Austria, abril de 1997, pp. 10.
- ### Informe de la consulta con los representantes de los Estados participantes en las actividades de ARCAL celebrada durante el desarrollo de la 40ª sesión de la Conferencia General de la OIEA, Viena, Austria, 1996, pp. 41.
- ### New Sletter, OECD/ Nuclear Energy Agency, Spring 1997- Volume 15 N° 1, France, pp. 48.
- ### Normas y Medidas de Seguridad del Organismo, OIEA, INFCIRC/52, del 30 de enero de 1964, Viena, Austria.
- ### One Decade After Chernobyl: Summing up consequences of the accident, Co - Sponsored by the European Commission (EC), International Atomic Energy Agency (AIEA) and the World Health Organization (WHO), Vienna, Austria, 1996, pp.13.
- ### Power reactors in member states, International Atomic Energy Agency, Viena, Austria, 1977, pp. 101.
- ### Presupuesto del Organismo para 1996, OIEA, GC(39)/4, impreso en agosto de 1995, Viena Austria.
- ### Programa de Trabajo 1997 Sector de la Energía, Secretaría de Energía, México, D.F., Marzo de 1997, pp. 51
- ### ¿Qué es la Energía Nuclear?, Comisión Federal de Electricidad, Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Veracruz, México, 1990, pp.12.
- ### Radiation Safety, International Atomic Energy Agency, Division of Public Information, Vienna, Austria, April 1996.

- ### Radioactive Waste Management Glossary, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1987, pp. 55.
- ### REUTER, Hiroshima y Nagasaki: Bombas atómicas, El Heraldo de México, Año XXX, N° 10708, 6 de agosto de 1995, p 1.
- ### Realidades en torno a la energía, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares / Agencia Internacional de Energía Atómica, México, D.F., 1984, pp. 43.
- ### Texto del Acuerdo concertado entre el Organismo Internacional de Energía Atómica y México, relativo a la aplicación de salvaguardias según el Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en la América Latina, OIEA, INFCIRC/118, del 23 de septiembre de 1968, Viena Austria.
- ### Texto del Acuerdo concertado entre México y el Organismo para la aplicación de salvaguardias en relación con el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina y con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares, OIEA, INFCIRC/197, del 14 de diciembre de 1972, Viena Austria.
- ### Texto del Acuerdo sobre el proyecto relativo a los trámites para la entrega de equipo de radiodiagnóstico, concertado entre México y el Organismo, OIEA, INFCIRC/101, del 28 de septiembre de 1967, Viena, Austria.
- ### Texto del instrumento relacionado con la prestación de asistencia del Organismo a México para ejecutar un proyecto relativo a un reactor para formación profesional, OIEA, INFCIRC/162, del 5 de junio de 1972, Viena, Austria.
- ### Texto de los instrumentos correspondientes a la prestación de asistencia a México por el Organismo para la ejecución de un proyecto relativo a un conjunto subcrítico, OIEA, INFCIRC/82, del 7 de julio de 1966, Viena Austria.
- ### Texto de los instrumentos relacionados con la prestación de asistencia del Organismo a México para ejecutar un proyecto relativo a una central nuclear, OIEA, INFCIRC/203, del 8 de abril de 1974, Viena, Austria.
- ### Texto de los instrumentos relacionados con la prestación de asistencia del Organismo a México para ejecutar un proyecto relativo a un reactor de investigación, OIEA, INFCIRC/52, del 30 de enero de 1964, Viena, Austria.
- ### Texto de los instrumentos relacionados con la prestación de asistencia del Organismo a México para facilitar la ejecución de proyectos mediante el suministro de materiales, (Acuerdo General, Acuerdo Suplementario), OIEA, INFCIRC/194, del 28 de noviembre de 1973, Viena Austria.
- ### Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en la América Latina, Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 16 de diciembre de 1967, México, D.F.

### Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares, Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 17 de octubre de 1969, México, D.F.

### XXXVIII Reunión Ordinaria de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) comentarios de SEMIP, CONASENUSA, México, D.F., 1995, pp.10.