

27.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.**

**“CAMPUS ARAGON”**

**“EL DESASTRE NUCLEAR DE CHERNOVYL Y LA  
ENMIENDA A LA CONVENCION DE VIENA DE 1963  
SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS  
NUCLEARES Y SU REPERCUSION JURIDICA EN  
MÉXICO.”**

288817

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN RELACIONES  
INTERNACIONALES**

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

**ANA LAURA MALDONADO MANUEL**

**ASESOR :**

**MA. GUADALUPE DURAN ALVARADO**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 MI MADRE

porque sin tu apoyo, cariño  
y consejos no hubiera llegado  
a cumplir uno de mis objetivos  
mas importantes: mi tesis

## A MI PADRE

con tu ejemplo y  
comprensión me  
enseñaste el camino a  
seguir para llegar a mi  
meta

## A GABRIELA Y HUGO

Por su tolerancia, apoyo  
y comprensión brindados  
en todo momento

## A SERGIO Y FERNANDO

A MIS ASESORES:

LIC. GUADALUPE DURAN ALVARADO

ING. SERGIO AJURIA GARZA

LIC. JUAN GONZALEZ ANDUIZA

A quienes agradezco su paciencia,  
ayuda y apoyo para la realización  
de este trabajo

A BEATRIZ, LILIANA, LETICIA,  
ELENA, ANA, GUADALUPE,  
ALEJANDRA. FELIPE, JOSE  
LUIS, DANIEL y todos mis amigos  
que siempre han estado conmigo  
y una vez más me han apoyado  
con su sincera amistad

## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer primeramente a mi asesora, la Lic. Ma. Guadalupe Durán Alvarado, por haber aceptado la realización de este complejo trabajo, aportando todo su conocimiento, consejos y paciencia.

Del mismo modo, al Ing. Sergio Ajuria Garza, agregado científico mexicano en Viena, por haber otorgado todo el material de apoyo, consejos y experiencia necesarios para llevar a cabo esta tesis.

Asimismo al Lic. Juan González Anduiza, jefe del Departamento de Análisis de la Comisión Federal de Electricidad, quien tuvo la idea inicial para el estudio de este tema, y quien también me brindó apoyo y consejos para su realización.

Quisiera reconocer la ayuda de Leticia Villeda Gabriel, a quien estaré eternamente agradecida, por toda la ayuda y material brindados, para la realización de la primera parte de este libro.

Gracias a la Coordinación de Asuntos Jurídicos y la Sub-Gerencia Regional de Producción Central, ambas de la Comisión Federal de Electricidad por todas las atenciones y ayuda prestadas para finalizar esta tesis.

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
<i>CAPITULO 1. LA ENERGIA</i>	
1.1 Historia del uso de la energía .....	4
1.2 Procesos de energía .....	4
1.3 Balance de energía .....	8
1.4 Fuentes de energía .....	9
1.4.1 Energía primaria.... ..	9
1.4.2 Energía secundaria.. ..	11
1.5 Balance Nacional de Energía ... ..	13
<i>CAPÍTULO 2. LA ENERGÍA NUCLEAR</i>	
2.1 Historia de la energía nuclear .....	16
2.2 Reactores nucleares	
2.2.1 Descripción .....	18
2.2.2 Tipos .....	23
2.2.3 Efectos ambientales .....	25
2.3 Situación mundial de la generación nucleoelectrica	
2.3.1 Países que la generan .....	29
<i>CAPITULO 3. LA SEGURIDAD EN EL CAMPO NUCLEAR</i>	
3.1 La seguridad radiológica .....	37
3.2 La seguridad nuclear .....	43
3.3 Salvaguardias .....	47
3.4 Protección física de los materiales nucleares .....	51

3.5 Accidentes nucleares de gran importancia nivel mundial	
3.5.1 El incidente de Three Mile Island, en Estados Unidos .....	53
3.5.2 El incidente de Chernobyl, en Ucrania .....	57

*CAPITULO 4. ENERGÍA NUCLEAR EN MÉXICO*

4.1 Instituciones Nucleares en México	
4.1.1 Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.....	63
4.1.2 Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardias .....	66
4.1.3 Comisión Federal de Electricidad .....	72
4.1.4 Otras instituciones en el campo de la energía nuclear .....	75
4.2 Central Nucleoeléctrica Laguna Verde	
4.2.1 Desarrollo histórico .....	76
4.2.2 Ubicación .....	79
4.2.3 Estructura .....	80
4.2.4 Actualidad .....	80

*CAPITULO 5. REGLAMENTACIÓN JURÍDICA NUCLEAR EN MÉXICO*

5.1 Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional general en materia nuclear .....	86
5.2 Ley sobre Reservas Minerales Nacionales de 1950 .....	88
5.3 Ley que crea la Comisión Nacional de Energía Atómica de 1955 .....	89
5.4 Ley Orgánica del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de 1972 .....	89
5.5 Ley de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 1974 .....	90
5.6 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente de 1996 .....	91
5.7 Reglamento General de Seguridad Radiológica de 1998 .....	92

	5.8 Reglamento para Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de 1993 .....	91
	5.9 Tratados Internacionales .....	93
<i>CAPÍTULO 6.</i>	<i>ORGANISMOS INTERNACIONALES EN EL ÁMBITO NUCLEAR</i>	
	6.1 Organismo Internacional de Energía Atómica .....	97
	6.2 Agencia de Energía Nuclear .....	101
	6.3 Comité Científico de las Naciones Unidas sobre la Protección Contra Radiaciones .....	106
<i>CAPÍTULO 7.</i>	<i>REGLAMENTACIÓN JURÍDICA INTERNACIONAL EN MATERIA DE RESPONSABILIDAD CIVIL</i>	
	7.1 Importancia del marco legal internacional .....	109
	7.2 Convención de París de 1960 sobre Responsabilidad Civil en el Campo Nuclear .....	110
	7.3 Protocolo de Bruselas suplementario a la Convención de París de 1960 .....	112
	7.4 Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares .....	114
	7.5 Protocolo Común de la Convención de Viena de 1963 y la Convención de París de 1960 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares .....	118
	7.6 Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 1997 .....	118
	7.7 Protocolo Facultativo de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nuclear de 1997 .....	137
	7.8 Convención sobre Financiamiento Suplementario por Daños Nucleares de 1997 .....	137



7.9 Escala Internacional de Sucesos Nucleares	
7.9.1 Descripción .....	140
7.9.2 Estructura .....	143
7.9.3 Ejemplos de sucesos nucleares .....	145

CONCLUSIONES .....	144
ANEXOS .....	152
APÉNDICE .....	205
BIBLIOGRAFÍA .....	239

## INTRODUCCION

La energía es vital para el desarrollo humano. Anteriormente, el suministro energético del país se ha sustentado en combustibles fósiles – especialmente el petróleo –, y la energía hidráulica. Pero el petróleo es un recurso agotable al paso del tiempo, y por esta razón, se puede escasear, tanto por causas políticas como económicas y ambientales, lo que conduce al uso de otros tipos de energía.

El descubrimiento de la energía nuclear es uno de los grandes avances de nuestro tiempo, y se ha hecho hincapié en que es una de las energías más caras, misma que implica una decisión difícil de tomar para los gobiernos; las propuestas a favor y en contra, son igualmente válidas, pero la diferencia radica en el valor y percepción del riesgo. Además, es muy importante recalcar la existencia de diferencias de país a país en cuanto al uso de la energía nuclear; éstas se reflejan en los estudios efectuados por cada uno, resaltando la divergencia de las políticas energéticas en cada nación.

En el presente estudio se parte desde la noción básica de energía para poder entender la forma en que se genera y distribuye, con el fin de llegar a ubicar a México, dentro del contexto mundial en la importancia de su contribución a la generación mundial de energía, además de darnos una idea del uso de fuentes energéticas alternas para la producción a nivel mundial.

La energía nuclear siempre ha tenido un lugar estratégico a nivel mundial, por todas las implicaciones que esta representa. Desde el lanzamiento de las bombas atómicas en Japón, siempre se le ha asociado con la destrucción, así como también para fines militares; una noción errónea, si se tiene en cuenta que el uso de dicha energía puede traer también muchos beneficios a la sociedad. Por eso es necesario enfatizar las ventajas de los usos pacíficos de esta fuente energética, y los mecanismos de seguridad tanto técnica como política, para evitar incidentes potenciales.

La necesidad de establecer medidas apropiadas diseñadas para la seguridad de la energía nuclear se reflejan en los instrumentos de diversas organizaciones internacionales especializadas en este ámbito, y es visible la forma en que dichas organizaciones se introducen en las decisiones políticas nacionales.

Pero han ocurrido ciertos accidentes que han repercutido en la percepción del público con respecto a la energía nuclear, especialmente en la generación de energía eléctrica. El más importante de todos esos accidentes, el más trágico de todos los tiempos, sin duda alguna, es el de Chernobyl, Ucrania, con consecuencias significativas en todos los ámbitos, a nivel mundial.

En el accidente se evidenció la falta de organización del pueblo soviético, como sus rezagos tecnológicos, en el sentido de que no contaban con normas de seguridad para prevenir acciones de emergencia y mucho menos hubo una atención hacia el resultado que se podría derivar de éstas.

Dichas consecuencias afectaron gravemente a la industria nuclear y cuestionó gravemente a la civilización tecnológica. Chernobyl pasó a la historia como el peor desastre nuclear, consecuencia del error humano; y que sus repercusiones políticas de este accidente aceleraron el colapso de la exUnión Soviética.

El resultado es que ahora la comunidad internacional se ha enfocado al aseguramiento de la energía nuclear en cuanto a su uso pacífico y seguro. Este punto de vista está definido por una red compleja de medidas nacionales e internacionales. Se ha aceptado que la responsabilidad primaria para la regulación del uso de la energía nuclear se basa en las autoridades nacionales. Consecuentemente esta regulación, por su impacto transfronterizo, necesita la unión de una comunidad internacional con responsabilidad residual, o en ciertos casos, co-responsabilidad, de asegurar entre otras cosas, la uniformidad de estándares, coordinación y fundación de recursos y servicios de conformidad.

El régimen de **responsabilidad civil** en este entonces se mostró incapaz de hacer frente a todas las demandas que se suscitaron, además de afectar a varios países. Se hizo evidente el arcaico concepto de daño nuclear, descrito en la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, así como la cantidad insuficiente de indemnización. Además, las víctimas no tenían idea de a quien demandar, por el desconocimiento del responsable directo, hubiese sido el explotador, el Estado o la empresa proveedora; además, aunado al declive del socialismo y el rechazo del gobierno soviético de aceptar su responsabilidad por no ser parte de la Convención de Viena de 1963.

A principios de 1990, varios países acordaron negociar la enmienda de dicha Convención, para la creación de una nueva, mucho más acorde con la realidad actual.

Fueron varios años de procesos de negociación, para finalmente adoptar el Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena de 1963, en 1997, con nuevos artículos y otros mejorados. La característica principal es la canalización de la responsabilidad al operador de la instalación nuclear.

Para México, esto representa una gran responsabilidad, ya que es necesario adecuar nuestro régimen de responsabilidad civil al marco jurídico internacional. Es importante el estudio de todo el compendio de leyes nacionales en este ámbito, y así estar preparados para enfrentar algún posible incidente, en el futuro.

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Veracruz, ha contribuido en un porcentaje significativo a la generación de energía eléctrica en el país. Pero también ha sido objeto de polémicas en cuanto a la seguridad y eficiencia en su operación. Naturalmente, algunos de estos comentarios no tienen una base confiable, e incrementa la desconfianza y desconocimiento de los mexicanos.

Para tal efecto, he iniciado el presente estudio, con el objeto de informar al público en general, sobre las ventajas del uso de la energía nuclear. Es claro, que como en todo, existe el error humano, pero pienso que el conocimiento y sentido de responsabilidad necesarios, aunado a los grandes avances en este sector energético, pueden hacer de su uso, una forma segura y confiable, al igual que benéfica para la población en general.

CAPITULO 1

LA ENERGÍA

## **1.1 HISTORIA DEL USO DE LA ENERGÍA**

La evolución de la humanidad ha estado indisolublemente ligada a la utilización de la energía en sus distintas formas. Sin lugar a dudas, el descubrimiento del fuego, su producción y control marcan el primer acontecimiento importante en la historia de la sociedad, que al correr de los siglos, cada vez que el hombre ha encontrado alguna nueva fuente de energía o creado un procedimiento distinto para aprovecharla, ha experimentado grandes avances.

El aprovechamiento de la fuerza de tracción de los animales permitió el desarrollo de la agricultura; fue así como algunos pueblos nómadas se asentaron y establecieron las bases para el surgimiento de las antiguas culturas.

La utilización de la energía del viento mediante la invención de la vela dio un fuerte impulso a la navegación, al comercio y al intercambio de ideas y conocimientos entre los pueblos de la antigüedad.

El empleo de la energía cinética de las corrientes de agua, gracias a la rueda hidráulica, liberó al hombre de cantidad de tareas que requerían gran esfuerzo físico y dio lugar a la creación de los primeros talleres y fábricas, remotos antecedentes de las modernas plantas industriales.

La invención de la máquina de vapor propició la transición del trabajo artesanal a la producción masiva y dio origen a una verdadera revolución social y económica a fines del siglo XVIII y principios del XIX.

Asimismo, los enormes avances de nuestra época han sido posibles, fundamentalmente, debido al uso de la energía eléctrica, al aprovechamiento del petróleo y, más recientemente al empleo de la energía nuclear.

## **1.2 PROCESOS DE ENERGÍA**

En los procesos de energía nos podemos dar cuenta de las diferentes modalidades en la distribución y destino de dicha energía.

**PRODUCCIÓN:** Es toda la energía extraída del subsuelo, explotada y producida dentro del territorio nacional con el propósito de ser consumida.

**IMPORTACIÓN:** Incluye las fuentes primarias y secundarias localizadas fuera de las fronteras, pero que ingresan al país para formar parte de la oferta total de energía.

**VARIACIÓN DE INVENTARIOS:** Contabiliza la diferencia de productos en el almacenamiento entre la existencia inicial (1 de enero) y la existencia final (31 de diciembre). Un inventario positivo es el aumento en la oferta total de energía y una desacumulación real en los almacenes. Un inventario negativo es la disminución de la oferta total con la consecuente acumulación en bodegas.

**OFERTA TOTAL:** Es la suma de la energía que resulta de la producción, la importación y la variación de inventarios tanto de energía primaria como secundaria.

**EXPORTACIÓN:** Es la cantidad de energía primaria y secundaria que el país destina al exterior.

**NO APROVECHADA:** Energía que, por la disponibilidad técnica y/o económica de su explotación, actualmente no está siendo utilizada. Lo más común en este rubro son el petróleo crudo derramado y el gas natural que se pierde en el proceso de extracción.

**MAQUILA-INTERCAMBIO NETO:** Este rubro registró las negociaciones especiales de México con empresas extranjeras, por las que se entregaba petróleo a cambio de productos petrolíferos entre 1974 y 1985.

**OFERTA INTERNA BRUTA (OIB) O CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA:** Contabiliza la disponibilidad de energía para ser sometida a los procesos de transformación, distribución y consumo, y para ser destinada a las necesidades nacionales. Se integra en la siguientes forma:

### **FLUJO DE LA OFERTA INTERNA BRUTA**

<b>OFERTA INTERNA BRUTA DE ENERGÍA = A CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA</b>	
<b>OFERTA</b>	<b>DEMANDA</b>
Producción (+)	Consumo del sector de energía (+)
Importación (+)	Consumo final total (+)
Exportación (-)	
Variación de inventarios (+ -)	
No aprovechada (-)	

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

**DEMANDA DE ENERGÍA:** La demanda de energía o consumo nacional de energía está compuesta por los procesos de transformación, por el consumo del sector de energía, por la diferencia estadística, por el consumo final total y por las pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento.

**TRANSFORMACIÓN:** A este rubro pertenecen los centros de transformación, el consumo propio del sector, la diferencia estadística y las pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento.

**CENTROS DE TRANSFORMACIÓN:** Se refiere a los centros en los que se procesa la energía primaria para obtener productos secundarios que poseen características específicas para ser consumidos. En el caso de México, existen cuatro tipos de centros de transformación: coquizadoras, refinerías, plantas de gas y centrales eléctricas.

### **CONSUMO DEL SECTOR ENERGIA**

CENTROS DE TRANSFORMACION (CONSUMO POR TRANSFORMACION)	
Consumo propio	Coquizadoras
Pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento	Refinerías
Diferencia estadística	Plantas de gas
	Centrales eléctricas

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

**Coquizadoras:** Plantas de proceso donde se obtiene coque como resultado de la combustión del carbón mineral y la de otros materiales carbonosos.

**Refinerías:** Plantas de proceso donde se separa el petróleo crudo en sus diferentes componentes: gas de refinerías, gas licuado, gasolinas y naftas, kerosinas, diesel, combustóleo, productos no energéticos y coque de petróleo.

**Plantas de gas:** Plantas de proceso que separan los componentes del gas natural asociado y de los condensados para obtener gasolinas y naftas, butano, propano, etano y productos no energéticos.

**Centrales eléctricas:** Plantas integradas por un conjunto de unidades de generación, equipos auxiliares, subestaciones y equipos de transmisión de energía eléctrica. Estas centrales se clasifican en cinco tipos según las fuentes de energía que utilizan para generar electricidad:

- **Termoeléctricas:** Se funcionamiento se basa en la combustión de productos petrolíferos, de gas natural y de carbón para producir vapor de agua, el cual es convertido en energía eléctrica al ser expandido en una turbina.



- Nucleoeléctricas: En esencia es una termoeléctrica convencional, en la cual el vapor es producido por el calor generado a partir de la reacción nuclear de fisión, llevada a cabo dentro de un reactor nuclear.
- Hidroeléctricas: Su funcionamiento está basado en el principio de turbinas hidráulicas que rotan al impulso de un flujo de agua y mueven generadores eléctricos.
- Geotermoeléctricas: Planta termoeléctrica convencional, pero sin generador de vapor. La turbina aprovecha el potencial geotérmico almacenado en el subsuelo en forma de vapor de agua.
- Eoloeléctricas: Su funcionamiento se basa en el principio de aerogeneradores que se sirven del impulso del aire como insumo energético.

**CONSUMO PROPIO:** Es la energía primaria y secundaria que el propio sector de energía utiliza para el funcionamiento de sus instalaciones.

**PÉRDIDAS POR TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO:** Son mermas de energía que ocurren durante la serie de actividades que se dan desde la producción hasta el consumo final de la energía.

**DIFERENCIA ESTADÍSTICA:** Es una variable de ajuste que sirve para compensar las diferencias entre la oferta y la demanda de energía producidas por la conversión de unidades, así como por la diferencia de mediciones en las instalaciones del sector.

**CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA:** Son la energía y la materia prima que se destinan a los distintos sectores de la economía.

### CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGIA

CONSUMO FINAL DE NO ENERGETICOS	CONSUMO FINAL DE ENERGETICOS
Petroquímica de Pemex	Residencial, comercial y público
Otras ramas económicas	Transporte
	Agropecuaria
	Industria

Fuente: Comisión Federal de Electricidad

**CONSUMO FINAL DE ENERGÉTICOS:** Este rubro se refiere a los combustibles primarios y secundarios utilizados para satisfacer las necesidades de energía de los sectores residencial, comercial y público; transporte; agropecuario e industrial.

**SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PÚBLICO:** El residencial es el consumo de combustibles en los hogares urbanos y rurales de país. La demanda principal es para cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, iluminación y planchado; el comercial es el consumo de energía en locales comerciales, restaurantes, hoteles, etc; y por último, el servicio público este sector incluye el consumo de energía en el alumbrado público y en el bombeo de agua.

**SECTOR TRANSPORTE:** En el autotransporte se incluye la energía consumida en los servicios de transporte para el movimiento de personas y cargas; el aéreo se refiere al combustible que se consume en vuelos nacionales e internacionales. No se incluyen las compras que las líneas aéreas hacen en el extranjero; el ferroviario se refiere al consumo realizado por los ferrocarriles nacionales; el marítimo se incluye las ventas nacionales de combustibles a la marina mercante, la armada nacional, empresas pesqueras y embarcaciones en general; y el eléctrico es el total de energía eléctrica consumida en el servicio público de transporte eléctrico para la movilización de personas.

**SECTOR AGROPECUARIO:** Energía consumida para desempeñar todas las actividades relacionadas directamente con la agricultura y la ganadería. Ejemplos de este consumo son la electricidad necesaria para el bombeo de agua y riego, los combustibles utilizados en la agricultura mecanizada, en la ganadería, etc..

**SECTOR INDUSTRIAL:** Este rubro comprende el consumo de energía de los procesos productivos del sector industrial en el que destacan 16 ramas identificadas como siderurgia, petroquímica de Pemex, química, azúcar, cemento, minería, celulosa y papel, vidrio, fertilizantes, cerveza y malta, aguas envasadas automotriz, construcción, hule, aluminio y tabaco.

**CONSUMO DE NO ENERGÉTICOS:** Este consumo se da en los procesos que emplean materia prima para la elaboración de bienes no energéticos, por ejemplo:

Petroquímica de Pemex: Gas natural y derivados del petróleo que se emplean para elaborar plásticos, solventes, polímeros, caucho, etc.

Otras ramas económicas: Bagazo de caña utilizado para la fabricación de papel, tableros aglomerados y alimento para ganado.

### **1.3 BALANCE DE ENERGÍA**

El balance se define como un conjunto de relaciones en el que se contabiliza la energía que se produce, la que se intercambia con el exterior, la que se transforma y se consume.

El balance presenta los flujos de oferta y demanda de todos los combustibles expresados en una unidad común de energía.

La elaboración de balances de energía requiere una metodología convencional que ofrezca datos consistentes y capaces de compararse entre distintos tipos de energía, en una zona geográfica y un periodo determinado.

Los objetivos del balance de energía son:

- Conocer detalladamente la estructura del sector de energía.
- Crear las bases apropiadas que apoyen el mejoramiento y sistematización de la información del sector.
- Contar con una herramienta estadística que permita realizar prospectivas de energía a corto, mediano y largo plazo.
- Servir de instrumento para la planeación del desarrollo sustentable del sector de energía.
- Evaluar la dinámica del sector de energía en el contexto de la economía del país.

#### **1.4 FUENTES DE ENERGÍA**

Son todas aquellas que producen energía útil directamente o por medio de un transformación. Las fuentes de energía se clasifican en primarias y secundarias.

En el Balance Nacional de Energía se incluye un apartado sobre las fuentes renovables. Estas se definen como la energía disponible a partir de procesos permanentes y naturales, con posibilidades de ser explotadas económicamente. Las principales fuentes renovables, económicamente viables, son la solar y eólica.

La energía solar está siendo aprovechada en sistemas de calentamiento de agua para servicios y procesos industriales, en la generación de energía eléctrica, y en bombeo de agua.

La energía eólica se aprovecha en la generación eléctrica y en el bombeo de agua.

##### **1.4.1 ENERGÍA PRIMARIA**

Son las distintas fuentes de energía tal y como se obtienen de la naturaleza, ya sea en forma directa o después de un proceso de extracción.

Los recursos energéticos se utilizan como insumo para obtener productos secundarios o se consumen de forma directa, como en el caso de la leña, el bagazo de caña y una parte del gas no asociado.

En el anteriormente mencionado Balance se usa el signo negativo para indicar el ingreso de energía a los centros de transformación. También se utiliza para contabilizar la energía que se destina a la exportación y la que sale del proceso por concepto de variación de inventarios.

Se consideran once fuentes primarias de energía:

**CARBÓN MINERAL:** Combustible sólido, de color negro o marrón, que contiene esencialmente carbono y pequeñas cantidades de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y otros elementos. Proviene de la degradación de organismos vegetales durante un largo periodo. Las cifras de carbón que se registran en el Balance se refieren a dos tipos: el siderúrgico y el térmico. El siderúrgico es carbón con bajo contenido de cenizas, característica favorable para ser transformado en coque. El térmico es carbón con alto contenido de cenizas y finos, de flama larga, adecuado para su empleo en la generación eléctrica.

**PETRÓLEO CRUDO:** Es un líquido aceitoso de color café oscuro que se presenta como un fluido viscoso y se le encuentra almacenado en el interior de la corteza terrestre. Su cálculo excluye la producción de condensados y líquidos del gas natural obtenidos en plantas de extracción de licuables. El petróleo crudo producido se clasifica en:

Pesado: Petróleo crudo con densidad igual o inferior a 27° API(1)

Ligero y otros: Petróleo crudo con densidad superior a 27° API.

Para el mercado de exportación se preparan tres variedades de petróleo, con las siguientes calidades típicas:

Maya: Petróleo crudo pesado con densidad de 22° API y con un contenido de azufre de 3.3%.

Istmg: Petróleo crudo ligero con densidad de 33.6° API y 1.3% de azufre.

Olmeca: Petróleo crudo muy ligero con densidad de 39.3° API y 0.8% de azufre.

El petróleo crudo se utiliza como materia prima para proceso en refinerías y para su fraccionamiento en derivados. También se emplea como lubricante en la actividades de extracción.

**CONDENSADOS:** Compuestos líquidos que se recuperan en instalaciones de separación de los campos productores de gas asociado. Se incluyen líquidos recuperados en gasoductos, los cuales se condensan durante el transporte del gas natural asociado. Se componen básicamente de pentanos y líquidos más pesados. Por su contenido de azufre, los condensados se clasifican en:

Amargos: Condensados sin la eliminación de los gases ácidos que acompañan a los hidrocarburos extraídos de los yacimientos.

Dulces: Condensados que han sido tratados en plantas para eliminar los gases ácidos.

---

1. Densidad API. Escala utilizada en la industria petrolera mundial para expresar la densidad de los hidrocarburos líquidos.

Los condensados son enviados a refinerías y plantas de gas para su proceso y fraccionamiento de derivados.

**GAS NATURAL NO ASOCIADO:** Mezcla gaseosa de hidrocarburos formada principalmente por metano. El gas natural no asociado es el apropiado para su utilización como materia prima. Se emplea en la petroquímica básica de Pemex, donde se produce principalmente metanol y amoníaco (producto básico en la industria de los fertilizantes). Se usa como combustible en los sectores industrial y residencial, y en centrales eléctricas.

**GAS NATURAL ASOCIADO:** Mezcla gaseosa de hidrocarburos que se extrae con el petróleo crudo. Para consumir este energético, es necesario los líquidos y el azufre que contiene en una planta de gas.

**NUCLEOENERGÍA:** Energía contenida en el mineral de uranio después de pasar por un proceso de purificación y enriquecimiento. Se considera energía primaria el contenido de material fisiónable del uranio, el cual se usa como combustible en los reactores nucleares.

**HIDROENERGÍA:** Energía potencial de un caudal hidráulico. La producción de hidroenergía se calcula como la generación bruta de electricidad entre la eficiencia del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

**GEOENERGÍA** Energía almacenada, bajo la superficie de la tierra, en forma de calor y que emerge a la superficie en forma de vapor. Se considera sólo la porción de dicha energía utilizada para la generación de electricidad.

**ENERGÍA EÓLICA:** Energía que se obtiene mediante un conjunto turbina-generador accionado por la fuerza del viento.

**BAGAZO DE CAÑA:** Fibra que se obtiene después de extraer el jugo de la caña en los ingenios azucareros. En este documento se contabiliza la fibra que se produce y que se utiliza como combustible para generar electricidad en los propios ingenios azucareros, y la que sirve como materia prima para la fabricación de papel, tableros, aglomerados y alimento para ganado.

**LEÑA:** Se considera la energía que se obtiene de los recursos forestales, y se utiliza, en forma directa, en el sector residencial para cocción de alimentos y calefacción. Incluye troncos y ramas de árboles, pero excluye los desechos de la actividad maderera.

#### **1.4.2 ENERGÍA SECUNDARIA**

Son energéticos derivados de las fuentes primarias, y se obtienen en los centros de transformación con características específicas para su consumo final.

Estos productos son coque, gas licuado, gasolinas y naftas, kerosinas, diesel, combustóleo, productos no energéticos, gas natural y electricidad.

**COQUE:** Combustible sólido, con alto contenido de carbono, obtenido de la destilación del carbón siderúrgico y del petróleo. En el balance se contabilizan dos tipos, coque de carbón y coque de petróleo.

Coque de carbón: Se clasifica conforme a su tamaño en metalúrgico, nuez y fino; las tres variedades se obtienen en hornos de recuperación. El coque imperial es un producto especial obtenido en hornos de colmena a partir de la mezcla de carbón lavado, que a su vez contiene brea de alquitrán y un mínimo de cenizas. Es un producto que se utiliza en la industria siderúrgica.

Coque de petróleo: Es un producto de la unidad de coquización en refinerías.

GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GAS LP): Combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural. Se compone de propano, butano, o de una mezcla de ambos. Este combustible se utiliza fundamentalmente en el sector residencial y comercial.

GASOLINAS Y NAFTAS: Combustible líquido liviano, con un rango de ebullición entre 30 y 200 °C que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento del gas natural. Dentro de este rango se consideran las gasolinas de aviación, automotrices, naturales y las naftas.

Gasolina de aviación: Mezcla de naftas reformadas de elevado octanaje, alta volatilidad y estabilidad, y un bajo punto de congelamiento. Se usa en aviones de motores de pistón.

Gasolina automotriz: Mezcla de naftas relativamente volátiles para su uso en motores de combustión interna del tipo automotriz.

Gasolina natural: Producto del procesamiento de gas natural. Sirve como materia prima en la industria petroquímica o se mezcla directamente con las naftas.

Nafta: Es un producto del procesamiento del petróleo y del gas natural. Se emplea como materia prima en la industria petroquímica, como solvente en la manufactura de pinturas y barnices, y como limpiador en la industria.

KEROSINAS: Combustible líquido compuesto por la fracción del petróleo que se destila entre 150 y 300°C. Las kerosinas, según su aplicación, se clasifican en dos grupos:

Turbosina: Combustible con un grado especial de refinación que posee un punto de congelación más bajo que la kerosina común y se utiliza en el transporte aéreo para motores de turbina.

Otras kerosinas: Kerosina común, que se utiliza para cocción de alimentos, alumbrados, motores, equipos de refrigeración, como solvente para betunes e insecticidas de uso doméstico.

**DIESEL:** Combustible líquido que se obtiene de la destilación del petróleo entre 200 y 380 °C. Es un producto para uso automotriz e industrial; se emplea principalmente en motores de combustión interna tipo diesel. En este grupo se incluyen Pemex diesel, diesel desulfurado, diesel marino y gasóleo industrial.

**COMBUSTÓLEO:** Combustible residual de la refinación del petróleo. Abarca todos los productos pesados; se utiliza principalmente en calderas, plantas de generación eléctrica y motores para navegación y se divide en combustóleo pesado, ligero e intermedio.

**PRODUCTOS NO ENERGÉTICOS O MATERIA PRIMA:** Productos que se utilizan como materia prima, aún cuando poseen un considerable contenido de energía como asfaltos, lubricantes, grasas, parafinas, etano, propano-propileno, butano-butileno, azufre y materia prima para negro de humo.

**GAS NATURAL:** Hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas asociado en plantas de gas y refinerías después de extraer los licuables; se forma por metano y pequeñas cantidades de etano.

**ELECTRICIDAD:** Energía transmitida por electrones en movimiento. Este rubro incluye la energía eléctrica generada por el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La autoproducción de electricidad de la industria, entregada a la red del SEN, se registra en la diferencia estadística de electricidad.

**COLUMNA TOTAL:** Es la suma del total de energía primaria más el total de energía secundaria.

#### **1.4 BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA**

El balance nacional de energía analiza la oferta, transformación y consumo de energía en México. Es un valioso instrumento de planeación que muestra los cambios estructurales del sector y las principales tendencias en el uso de la energía e identifica áreas de acción para lograr un aprovechamiento último de los recursos e infraestructuras existentes.

Los resultados más relevantes del Balance Nacional de Energía de 1997 señalan:

- Mayor eficiencia energética

En 1997, para producir un peso de Producto Interno Bruto (PIB), se requirieron 4329.2 kilojoules de energía, cifra 3.1% menor a la de 1996. Asimismo, en términos per cápita, el consumo fue de 63.1 millones de kilojoules por persona, que equivale a mantener encendidos diez focos de 100 watts durante dos años.

- Tendencia estable en la producción de energía

La producción de energía primaria alcanzó la cifra de 9354.6 petajoules. Los hidrocarburos han sido, hasta ahora, la principal fuente de energía al aportar 89.6% de dicha producción. Respecto a las otras fuentes primarias, la electricidad participó con 4.7%, la biomasa 3.7% y el carbón con 2.0%.

- Tendencia constante en los destinos de la oferta interna bruta

90.1% de la oferta interna bruta de energía primaria se destinó a centros de transformación y 8.5% a consumidores finales. El restante 1.4% se repartió entre el consumo propio del sector de energía, las pérdidas y la diferencia estadística.

- Incremento en el consumo nacional de energía

En 1997, el consumo nacional de energía creció 3.7% respecto a 1996 y alcanzó 5993.9 petajoules, de los cuales 33.3% se destinó al propio sector de la energía y 66.7% al consumo final.

- Crecimiento en el consumo final de energía

El consumo final fue de 3996.3 petajoules, 2.2% más que en 1996. El consumo de no energéticos (asfaltos, lubricantes, grasas, etc) aumentó 5.3% y el de combustibles 2.0%.

- Requerimientos mayores de energía para consumo final

El sector transporte demandó más energía: 37.0% del consumo final; el sector industrial 32.2%, el residencial, comercial y público 21.0%; el sector agropecuario 2.7% y el consumo de no energéticos, el restante 7.1%.

En 1997, la exportación de energía fue de 3875.3% petajoules, 11.6% mayor que en 1996. El petróleo crudo representó 95.0% de las exportaciones, y los productos refinados 5.0%.

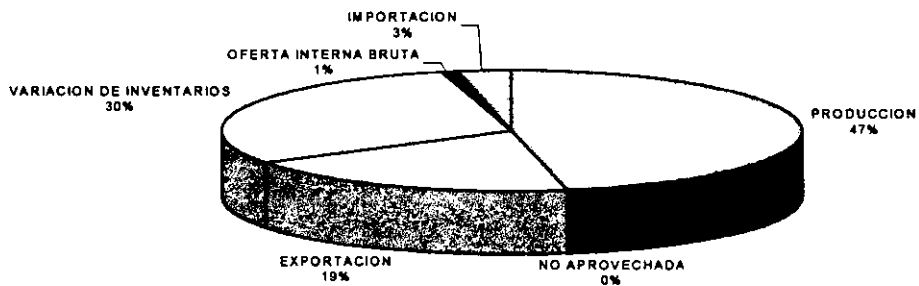
Las importaciones de energía alcanzaron un total de 688.4 petajoules principalmente de productos refinados (básicamente gasolinas, combustibles y gas licuado), los cuales en conjunto representaron 83.6% de las importaciones de energía.(2)

Es necesario tomar en cuenta la importancia de recurrir a fuentes alternas de energía, como en el caso de la energía nuclear, que sean capaces de hacer frente a las cada vez más crecientes demandas energéticas. Así como la necesidad de concientizar a la población en general del uso de los mismos.

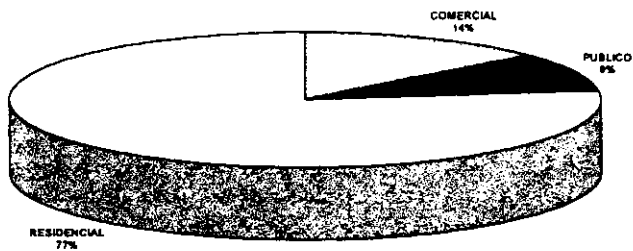
En las gráficas 1 y 2 podemos ver el porcentaje a que correspondió el destino, oferta y demanda de la energía, durante 1997.



**Esquema nacional de energía 1997 en petajoules (participación porcentual)**



**Consumo de energía del sector residencial, comercial y público en 1997 (participación porcentual)**



Fuente: Secretaría de Energía

CAPITULO 2  
LA ENERGÍA NUCLEAR

## 2.1 HISTORIA DE LA ENERGIA NUCLEAR

La física moderna se desarrolló fundamentalmente en la primera mitad del Siglo XX. Una de sus partes importantes son el conocimiento de la estructura del átomo y de la física nuclear en general.

Si bien el concepto del átomo fue expresado por Demócrito de Abdera (Siglo V a.C.) no fue sino hasta los Siglos XVIII, XIX y XX que se pudo verificar su existencia en forma experimental, al principio en forma indirecta y más tarde en forma directa.

En el siglo XVIII Antoine Lavoisier (1743-1794), fue el primero en estudiar la química en forma cuantitativa, es decir, con precisión.

John Dalton (1766-1844) explicó que en los compuestos químicos se manejan proporciones específicas.

Dimitri Mendeleev (1834-1907) refuerza la idea de que hay un orden subyacente en sustancias químicas. Organiza la tabla periódica actual, permitiendo la predicción de elementos que en esa época no existían.

En 1895 Guillermo Conrado Roentgen creó un nuevo camino a las investigaciones médicas, al notar la existencia de ciertos rayos que tenían la propiedad de atravesar determinados objetivos y sustancias opacas a la luz del Sol. La medicina se benefició de los conocimientos de este físico, al experimentar sobre tejidos humanos para conocer el poder de penetración de los misteriosos rayos a los que denominó rayos X, destruyendo la noción de que todo ya se había descubierto, además evidenciando la existencia de una radiación desconocida.

En 1896 el físico francés Henri Becquerel (1852-1908) descubrió que los minerales de uranio emiten radiaciones invisibles que se propagan en línea recta, impresionan las placas fotográficas e ionizan los gases cuando los atraviesan, concluyendo que el uranio es radioactivo. Esta propiedad es conocida como radiactividad natural.

María y Pedro Curie, interesados en los estudios de Becquerel, emprendieron una serie de investigaciones en las que comprobaron que ciertos minerales emitían radiaciones mucho más intensas que el uranio, descubriendo un nuevo elemento: el polonio, cuya actividad era 400 veces mayor que la del uranio; en 1898 descubrieron otro nuevo elemento, denominado radio, producto 900 veces más activo que el uranio.

Joseph John Thompson, descubre el electrón en 1897, siendo la primer partícula elemental.

Ernest Rutherford, con sus colegas descubre el núcleo atómico, en 1909, a través de experimentos con láminas de oro bombardeada con rayos alfa que rebotaban, designando finalmente nombre al protón.

El descubrimiento del neutrón en 1932, por el inglés James Chadwick (1891-1974) sirvió para afirmar todavía más el modelo atómico propuesto por Rutherford, la única modificación la hizo en la estructura del núcleo que a partir de ese momento se consideró integrado por la unión de todos los protones y neutrones - denominados nucleones - que formaban parte del átomo.

En 1933 dos físicos, los esposos Joliot-Curie, observaron que algunos elementos, como el aluminio y magnesio, bombardeados con partículas alfa. Cesada la acción de los rayos alfa, el aluminio reducía su actividad a la mitad transcurridos tres minutos. Se había descubierto la radiactividad artificial.

Niels Bohr (1885-1962) fue el creador de la moderna teoría de la estructura del átomo que ha permitido desarrollar importantes trabajos sobre la energía. El átomo de Bohr es parecido a un sistema solar en miniatura, donde los electrones, como planetas, giran vertiginosamente alrededor de un núcleo central que desempeña el papel de un sol.

La idea de emplear neutrones para la radiactividad artificial fue del físico italiano Enrico Fermi (1901/1954). Advirtió que la actividad radiactiva de las sustancias bombardeadas aumentaba si los neutrones se movían dentro de un bloque de parafina o dentro del agua, o sea, que la actividad radiactiva era mayor utilizando neutrones lentos.

Un descubrimiento muy importante, fue la fisión nuclear. Cuando un neutrón golpea un núcleo de uranio este se escinde en dos núcleos de masa atómica media, liberando una gran cantidad de energía. La primera experiencia la realizó el físico alemán Otto Hahn (1879/1968) en 1939 bombardeando el uranio con neutrones lentos durante meses. Hahn y sus colaboradores dedicaron su atención a un hecho de enorme importancia: en la escisión del núcleo de uranio 235 se emiten neutrones que chocaban con otros núcleos alargando así la escisión. Se inicia de este modo una reacción en cadena que se expande en avalancha, transformando en brevísimo tiempo la materia en una enorme cantidad de energía. El proceso requiere menos de una millonésima de segundo.

Al ver que los alemanes investigaban la reacción en cadena, Leo Szilard y Edward Teller indujeron al científico Albert Einstein a firmar una carta explicando la división del uranio, y a través de Alexander Sachs, inducir al presidente norteamericano Franklin D. Roosevelt la autorización para la creación de la bomba atómica, conocido como el "Proyecto Manhattan", nombrando a Robert Oppenheimer como el Director Científico de dicho proyecto-

La etapa industrial de la tecnología nuclear empezó poco después del descubrimiento (1938-1939) de que la fisión del núcleo atómico de algunos elementos libera energía. " En los últimos años de la Segunda Guerra Mundial, las investigaciones se encaminaron principalmente a las aplicaciones militares de la energía nuclear. A partir de entonces se han desarrollado en muchos países grandes industrias alentadas por sus respectivos gobiernos, que tienen como objetivo la utilización de la energía nuclear para fines pacíficos." (3)

## 2.2 REACTORES NUCLEARES

### 2.2.1 DESCRIPCIÓN

Una nucleoelectrica es una central térmica de producción de electricidad. Su principio de funcionamiento es esencialmente: la conversión de calor en energía eléctrica.

Esta conversión se realiza en tres etapas:

La energía del combustible se utiliza para producir vapor a elevada presión y temperatura.

La energía del vapor se transforma en movimiento de una turbina.

El giro del eje de la turbina se transmite a un generador, que produce energía eléctrica.

Las centrales nucleoelectricas se diferencian de las demás centrales térmicas solamente en la primera etapa de conversión, es decir; en la forma de producir vapor.

En las centrales convencionales el vapor se produce en una caldera donde se quema de una forma continua carbón, combustóleo o gas natural. La caldera consta de los siguientes elementos:

- Un dispositivo de inyección de combustible (carbón pulverizado, combustóleo o gas)
- Un sistema de inyección de aire para que el combustible pueda quemarse.
- Un sistema de eliminación de los gases producidos en la combustión (chimenea).
- Un mecanismo de eliminación de cenizas cuando la central funciona con carbón.
- Unos tubos por los que circula agua que al calentarse con el fuego de la caldera se convierte en vapor.

La central nucleoelectrica tiene un reactor nuclear, que equivale a la caldera de las centrales convencionales. El reactor no tienen sistemas de inyección continua de combustible y aire, ni en él se necesita un dispositivo de eliminación continua de residuo sólido. Tampoco se producen gases de combustión .

“Un reactor consta de cinco elementos esenciales: el combustible, el moderador, el fluido refrigerante, generador de vapor y las barras de control.” (4)

*El combustible nuclear:* En las centrales nucleoelectricas el calor se obtiene a partir de la fisión del uranio. Sin embargo, por analogía con las centrales térmicas convencionales se le denomina combustible nuclear. El uranio se utiliza en su forma natural que contiene 0.72% de uranio 235. El contenido de este se puede elevar artificialmente. El uranio enriquecido o natural se coloca en los reactores en forma de dióxido de uranio (UO<sub>2</sub>) dispuesto en barras compactas o tubos de pocos centímetros de diámetros y varios de longitud.

---

4.- En algunos reactores el moderador y el refrigerante pueden ser el mismo, como el caso de Laguna Verde.

El uranio, ya sea enriquecido o natural se utiliza en forma de óxido de uranio (UO<sub>2</sub>) con el que se fabrica pequeñas pastillas cilíndricas normalmente de poco más de un centímetro de diámetro y longitud.

Para contener en el combustible los productos formados en la fisión, las pastillas se encapsulan en un tubo perfectamente hermético, que además lo protege de la corrosión y la erosión del fluido refrigerante. El tubo es de aleaciones especiales de circonio.

*CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR:* El ciclo del combustible nuclear es el conjunto de operaciones necesarias para procesar y fabricar el combustible nuclear, utilizarlo en el reactor, así como recuperar materiales fisibles del combustible irradiado. El ciclo incluye la fabricación del combustible nuevo para ser reciclado en los reactores, y el depósito temporal o definitivo de los residuos radiactivos. El ciclo del combustible se inicia en la exploración y explotación del mineral; esta última puede realizarse en minas a cielo abierto o subterráneas.

Una vez extraído, el mineral se beneficia y refina, hasta convertirlo en un concentrado. Para los reactores que utilizan uranio enriquecido, el concentrado debe transformarse en hexafluoruro de uranio, que es el producto gaseoso que sirve de material de alimentación a las plantas de enriquecimiento.

Las plantas de conversión utilizan procesos de fluorinación con este objeto, en las plantas de enriquecimiento se hace una separación isotópica del uranio 235 y el uranio 238, que contiene el uranio natural. Esta separación tiene como objetivo incrementar de 0.7% a 2 ó 3% la concentración del uranio 235 en el hexafluoruro de uranio alimentado a la planta.

El proceso de fabricación de los elementos combustibles se inician con la conversión química del hexafluoruro de uranio enriquecido en dióxido de uranio en polvo, este se prensa en forma de pastillas cilíndricas que se insertan en tubos herméticos de zircaloy, que es una aleación a base de circonio y se agrupan en ensambles o elementos combustibles.

Una vez terminados de fabricar los ensambles de combustible, se empaican y se envían para su carga e irradiación en el reactor, donde producen energía. Después de su irradiación en el reactor, donde producen energía.

Después de su irradiación, cuando su reactividad se ha agotado, el combustible tiene que descargarse y almacenarse en la alberca de combustible irradiado para que su radiactividad decaiga y pueda ser transportado, ya sea a la planta de reprocesamiento o alguna otra instalación para su almacenamiento temporal o definitivo. Este transporte de combustible irradiado debe hacerse en contenedores blindados especiales, que garanticen el confinamiento del material bajo las condiciones mas severas posibles.

El combustible se almacena en la planta de reprocesamiento hasta que se procese, el reprocesamiento implica la ruptura mecánica del combustible y su dilución en ácido nítrico, seguida de procesos de extracción por solventes, que separan el uranio y el plutonio de los productos de fisión.

El uranio y el plutonio pueden reciclarse dentro de los mismos reactores térmicos, pero también el plutonio puede almacenarse para ser utilizado como combustible en los reactores rápidos o de cría. Los productos de fisión constituyen un residuo radiactivo de alto nivel, que puede ser vitrificado y confinado en una estructura geológica profunda estable, fuera de todo contacto con la biosfera.

*El moderador:* Para que el choque de un neutrón con un núcleo de uranio 235 pueda producir una fisión, es preciso que la velocidad del neutrón, sea del orden de 2 km, por segundo. Cuando el neutrón sale de un núcleo fisionado, lleva una velocidad de 20,000 km por segundo y es necesario frenarlo. Esta es la función del moderador: debe reunir ciertas condiciones: que tenga un peso atómico ligero, que no absorba neutrones y que tenga una elevada densidad atómica.

Los moderadores más utilizados son el agua ordinaria, el agua pesada, algunos líquidos orgánicos y el grafito.

*El fluido refrigerante:* El fluido refrigerante tiene en los reactores nucleares la misma función que el agua que circula por una caldera convencional: evacuar el calor producido por el combustible, para generar vapor.

El fluido refrigerante circula entre las barras de combustible impulsado por una bomba. Debe reunir una serie de condiciones para que pueda cumplir su función en forma satisfactoria: no capturar neutrones, tener un elevado calor específico y no ser corrosivo para los tubos y demás elementos del reactor.

Además del agua ordinaria en los reactores a base de uranio enriquecido, los fluidos refrigerantes más comunes son; el anhídrido carbónico y el agua pesada en los reactores de uranio natural y el sodio en los reactores rápidos.

El fluido refrigerante, tras circular alrededor de las barras de combustible, con lo que se calienta, es conducido a un intercambiador en el que cede el calor extraído del reactor a otro circuito de agua, donde se produce el vapor. En los reactores del tipo de agua en ebullición (BWR), el vapor se produce directamente en el reactor.

Una central nucleoelectrónica está constituida básicamente por seis edificios principales y otros secundarios. Las seis áreas principales son:

1. Edificio del reactor: alberga en su interior al reactor nuclear, sus sistemas auxiliares y los dispositivos de seguridad, la plataforma de recambio de combustible y la alberca de almacenamiento de combustible irradiado.

2. Edificio del turbogenerador: Aloja a las turbinas de alta y baja presión, el generador eléctrico y su excitador, el condensador, los precalentadores de agua de alimentación y los recalentadores de vapor.
3. Edificio de control: en su interior están el cuarto de control y la computadora de procesos, cuarto de cables, los sistemas de aire acondicionado, el banco de baterías, los laboratorios radioquímicos y el acceso de personal al edificio del reactor.
4. Edificio de generadores diesel: aloja los tres generadores diesel que se utilizan para el suministro de energía eléctrica a los sistemas de refrigeración de emergencia.
5. Edificio de tratamiento de residuos radiactivos: aloja los sistemas de tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos de mediano y bajo nivel de radiactividad.
6. Edificio de la planta de tratamiento de agua y del taller mecánico: contiene la planta de producción de agua desmineralizada de alta pureza para su uso en el ciclo de vapor. También contiene el taller mecánico para reparación de equipos y mantenimiento.

Los edificios secundarios son: toma de agua de enfriamiento para el condensador y los componentes nucleares, la subestación eléctrica: el edificio administrativo, el edificio de almacenamiento de partes de repuesto, el edificio de acceso, el edificio de almacenamiento temporal de residuos de mediano y bajo nivel de radiactividad, y el edificio de entrenamiento y del centro de información pública.

En el caso de las centrales nucleares, el sistema para calentar el agua es una reacción nuclear. Un circuito cerrado de agua se calienta al estar en contacto con las varillas en la que se aloja el combustible, llamadas vainas del combustible, y cede su calor a otro circuito que a su vez acciona la turbina que produce la energía eléctrica.

En las centrales nucleares todos los sistemas responden a la filosofía de la seguridad en profundidad. Este concepto supone el establecimiento de distintas barreras de protección que evitan que los productos radioactivos del reactor lleguen al medio ambiente y de niveles de seguridad de acuerdo a procedimientos previamente establecidos.

Las barreras de contención son tres, aunque algunos autores hablan de cuatro, ya que supuestamente la pastilla en la que se aloja el combustible es la primera barrera efectiva.

En todo caso mayoritariamente se considera a las barras dentro de las que se encuentran las pastillas de combustibles como la primera barrera; la vasija del reactor, en la que se aloja el núcleo con todas las barras de combustible dentro, y el circuito primario, forman la segunda barrera; y el recinto de contención es la tercera barrera. En algunas centrales se trata una caja con muros de más de un metro de espesor de hormigón y ferralla, forrado por la cara interna con una chapa de varios centímetros de acero; en centrales de otro tipo la contención se hacen de acuerdo a medidas muy rigurosas y prescripciones técnicas, de manera, por ejemplo, que son resistentes a terremotos e, incluso, al choque de un avión.



La contención evita que, en caso de accidente, la radiación de los materiales radiactivos generada durante la reacción nuclear salga al exterior. Uno de los problemas de las centrales de los países de Europa oriental es, precisamente, que la construcción de la contención no se hacía de acuerdo a esos principios.

Los niveles de seguridad más generalmente aceptados son cinco. El primero de ellos es una construcción sólida, de acuerdo a las más estrictas medidas de seguridad y con un riguroso control de calidad. Durante el diseño, la construcción, las pruebas y la puesta en marcha de una central se inspeccionan numerosas veces las obras.

El segundo nivel de seguridad es el cumplimiento de unos rigurosos controles para mantener siempre a la planta dentro de las condiciones normales de operación. El tercer nivel consiste en sistema de seguridad capaces de hacer frente a los posibles accidentes y a los incidentes. El cuarto es una técnica muy desarrollada para el control de accidentes, incluidos accidentes con daños en el núcleo, si los hubiera. Y, por último, se cuenta con planes para hacer frente a las emergencias que puedan ocurrir.

Cuando se hacen análisis de riesgos de las centrales nucleares, se ha pensado que puede ocurrir siempre lo más probable. Por eso, todos los sistemas son redundantes, es decir, que siempre hay varios sistemas capaces de hacer determinada tarea, de manera que cualquiera de ellos, si uno falla, permite funcionar con normalidad. Además, se utiliza el criterio de diversidad, es decir, dos métodos distintos para hacer una sola cosa.

"A pesar de todo las centrales nucleares tienen riesgos muy improbables razón por la cual se toman todas las precauciones posibles. Algunas personas piensan que los riesgos, básicamente un accidente que pudiera contaminar una gran zona durante mucho tiempo, son mayores que los beneficios, es decir, que los peligros son mayores que las ventajas que reporta a la sociedad la energía eléctrica que aportan las centrales nucleares al total de la producción de un país.

En España las centrales nucleares producen un tercio de la energía eléctrica total que se consume; en Francia, el 75%; en Suecia cerca de la mitad; y en Estados Unidos algo menos de 20%.

Los organismos reguladores, las instituciones nucleares de cada país controlan el que los riesgos asumidos estén siempre dentro de los límites tolerables, es decir, se encargan de que la probabilidad para que ocurra un accidente es muy pequeña, para lo que se toman multitud de precauciones." (5)

## 2.2.2 TIPOS

Los reactores más comunes son:

### *REACTOR DE AGUA A PRESIÓN (Pressurized Water Reactor-PWR)*

En este tipo de reactor los elementos combustibles se encuentran dentro de una vasija a presión llena de agua, que desempeña el papel tanto de moderador como de refrigerante. Como en el caso del reactor CANDU, el agua no hierve debido precisamente a la presión interna de la vasija. Después, el agua transmite su energía térmica a otro circuito de agua natural y la hace entrar en ebullición, fenómeno que tiene lugar en el generador de vapor.

Dicho vapor se utiliza para mover el turbogenerador, después de lo cual es condensado y regresa de nuevo al generador de vapor. Por su parte, el agua a presión después de haber transmitido el calor, se reintegra al reactor para repetir su ciclo.

Este tipo de reactores utiliza como combustible uranio enriquecido en el cual la proporción del isótopo U235 aumenta de 0.7% a 3%, como se mencionó anteriormente.

### *REACTOR DE AGUA HIRVIENTE (Boiling Water Reactor-BWR)*

Se asemeja mucho al PWR, ya que también utiliza agua natural como moderador y enfriador y uranio enriquecido como combustible.

La diferencia estriba en que en el reactor BWR, el agua sí entra en ebullición dentro de la vasija, gracias a que la presión interior es menor que en el PWR, produciéndose directamente el vapor que se utiliza para mover el turbogenerador.

Como en los casos anteriores, después de efectuar esta operación, el vapor se condensa y regresa al reactor para repetir el ciclo.

Ambos reactores integran la familia de los reactores de agua natural, que domina ampliamente el mercado de la industria nucleoelectrica. De las 394 unidades que existían en operación a fines de 1986, aproximadamente el 75% eran de alguno de estos tipos; proporción que se sostiene en los 137 reactores que estaban en etapa de construcción, en la misma fecha.

El tipo de reactor utilizado en la central nucleoelectrica de Laguna Verde es precisamente el BWR.

### *REACTOR ENFRIADO POR BIÓXIDO DE CARBONO Y MODERADO POR GRAFITO (Gas Cooled Reactor-GCR)*

Aún cuando en las primeras etapas de desarrollo de la industria nucleoelectrónica estos reactores ocuparon un lugar importante, su popularidad ha disminuido sensiblemente con el tiempo debido principalmente a razones económicas.

A diferencia de los anteriores, este sistema no utiliza agua como enfriador, sino bióxido de carbono; emplea grafito como moderador y uranio natural en forma de metal como combustible.

Existen varios tipos de reactores que por su escasa significación o por escapar a los propósitos que perseguimos, no serán abordados. Tal es el caso del reactor avanzado enfriado por gas (AGR) de Gran Bretaña; del reactor moderado por grafito y enfriado por agua (LGR) de la Unión Soviética.

### *REACTOR RÁPIDO DE CRÍA ENFRIADO POR SODIO (Liquid Metal Fast Breeder Reactor-LMFBR)*

Este reactor utiliza combustible enriquecido en más del 20%, ya sea con uranio 235 o plutonio 239. Su peculiaridad es que el núcleo se rodea con un manto de uranio natural o empobrecido, que al absorber neutrones poco moderados, se transforma en plutonio y de esta manera cría nuevo combustible en mayor cantidad que el que consume.

El plutonio criado puede utilizarse como carga inicial de nuevos reactores de cría o como recargas de reactores CANDU, PWR, BWR o GCR.

El enfriador en estos reactores es sodio fundido, el cual también modera incipientemente los neutrones, aunque no es ese su propósito pues la reacción de cría se favorece con neutrones rápidos.

### *REACTORES AVANZADOS*

Los Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania y Canadá están, actualmente, desarrollando la siguiente generación de reactores nucleares. El primero de éstos, en Japón, se realizó al final de 1995. Los reactores avanzados tienen diseños simples que permiten su construcción más rápida, son más eficientes en cuanto al combustible y son mucho más seguros. Los reactores avanzados incorporan sistemas de seguridad "pasivos" los cuales usan procesos naturales y no requieren de operadores o acciones mecánicas.

La industria nuclear ha estado desarrollando y mejorando la tecnología en los reactores por casi 5 décadas y está preparando la siguiente generación de reactores para cumplir con las expectativas de fin de siglo.

Alrededor del 85% de la electricidad nuclear mundial es generada por reactores derivados de diseños originalmente desarrollados para uso naval, los cuales han sido encontrados seguros y fiables. Pero sólo el DC-3, por todas sus virtudes, ha ayudado de manera sofisticada y económica a la aviación, así que la primer generación de reactores nucleares hará lo mismo a diferentes áreas.

Los vendedores de reactores en Norteamérica, Japón y Europa tienen nueve diseños nuevos de reactores nucleares en fase avanzada de planeación, y otros están en la fase de investigación y desarrollo.

### 2.3 EFECTOS AMBIENTALES

“ La única forma de contar con un futuro energético seguro es que se halle una vía ambientalmente sostenible para producir y utilizar la energía” (6). Si no, peligrará el suministro energético constante y seguro del que dependen nuestras economías. Un factor importante, el cambio climático que es la mayor amenaza para la prosperidad futura.

Se ha venido estimulando a inversionistas del sector privado de todo el mundo “ para que participen en proyectos de infraestructura energética, y se ha introducido la competencia en proyectos que antes se consideraban monopolios naturales,” (7) y es aquí donde resalta el papel de urgir a los países a privatizar sus respectivas compañías de electricidad estatales, entonces deducimos que también el OIEA influye en este tipo de decisiones, para presionar a dichos países.

Evidentemente, el uso antieconómico de la energía no es compatible con los objetivos ambientales. Si el combustible primario de que se trata es combustible fósil, surge, en particular, un conflicto con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

“ Los beneficios que entraña evitar el calentamiento de la atmósfera aunque amplios, se registran más bien como problemas evitados y no como bienes comercializables creados.” (8)

Una de las opciones para abordar el problema de los gases de efecto invernadero es estimular la sustitución de los combustibles fósiles convencionales por combustibles libres de carbono. A continuación se dan dos ejemplos:

---

6. PRIDALE, Robert. *Energía Y Desarrollo Sostenible*. Pág. 2

7. Ibid

8. Ibid

Energía renovable. Más del 20% de la energía primaria que se requiere en el mundo para producir electricidad proviene de fuentes de energía renovables. La mayoría de los gobiernos de la AIE (Agencia Internacional de Energía) apoyan el uso de fuentes de energía renovables de una forma u otra mediante investigación y desarrollo, subvenciones, exenciones fiscales, sobrepuestos, obligaciones de compra a las empresas eléctricas y otras medidas.

Conforme al escenario elaborado por el Consejo Mundial de la Energía, en el año 2020, el 45% de la electricidad se producirá a partir de fuentes de energía renovables.

Se prevén muchos beneficios ambientales a partir de ese futuro energético:

- 1) Al desplazar los combustibles fósiles, se impiden cada año la emisión de 1500 millones de toneladas de dióxido de carbono, un 7% de dichas emisiones están relacionadas con la energía.
- 2) También se han registrado ventajas en la reducción de las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.
- 3) Mejoras del abastecimiento de agua.
- 4) Recuperación de tierras y las oportunidades de empleo en zonas rurales.

En cuanto a sus repercusiones negativas tenemos:

- a) Por ejemplo, cuando se va a construir una central hidroeléctrica, se da el desplazamiento de la población, pérdida del hábitat, modificación del nivel freático.
- b) Algunos materiales que se utilizan para producir las células fotovoltaicas son tóxicos y peligrosos.
- c) Las actividades geotérmicas pueden liberar metales pesados que pueden lixiviarse e ir a parar a las aguas subterráneas.
- d) Genera electricidad a partir de cultivos energéticos requiere mucho más de cien veces la superficie de la tierra necesaria para generar la misma electricidad con carbón.
- e) Las granjas eólicas producen un efecto visual nocivo para algunas personas, pueden producir ruidos irritantes y ocasionan interferencias en las comunicaciones electromagnéticas.

Si bien es cierto que las fuentes de energía renovables son inocuas para el medio ambiente durante la etapa de explotación de la central eléctrica, el desarrollo de estas fuentes entraña enormes gastos de material y energía antes de construir la central.

Energía nuclear. Suscita hondas preocupaciones ambientales por la posibilidad de que se produzcan emisiones radioactivas como resultado de un accidente o durante el transporte o almacenamiento de desechos radioactivos de actividad alta. Existe también el temor de que el programa nuclear con fines civiles contribuya indirectamente a la proliferación de las armas nucleares.

La energía nucleoelectrica con fines civiles tiene algunas ventajas para una sociedad perturbada ante la perspectiva del cambio climático inducido por las emisiones de carbono:

- 1) Durante la explotación, las centrales nucleares están libres de carbono.
- 2) El suministro de combustible a las centrales nucleares con fines civiles sostenible indefinidamente.

3) Hay recursos de uranio dispersos por todo el mundo. Estos durarían 60 años, es decir, más que las reservas conocidas de petróleo y de gas y, al igual que éstos, tienden a crecer a medida que aumenta la demanda y el precio. Aunque hay opciones tecnológicas que aumentarían la energía que se extrae del uranio natural lo que daría una disponibilidad de 8000 años, lo que se equipara a una sostenibilidad indefinida.

Las preocupaciones sobre el cambio climático podrían hacer cambiar la situación. Frenar las emisiones de carbono significa necesariamente que los precios de la energía aumentarán para reflejar un incipiente valor del carbono, es decir, el valor de no emitir carbono.

La eficacia en función de los costos es una condición necesaria del desarrollo sostenible. Actualmente, la energía renovable y la energía nuclear están en desventaja en este sentido.

La contaminación atmosférica y la emisión de radiaciones es un tema muy importante en este rubro.

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos clásicos, como las partículas pequeñas y los óxidos de azufre y nitrógeno que se producen en las grandes ciudades y zonas industrializadas, ahora son mucho mayores que los niveles históricos de la radiación de fondo considerada, por lo general, natural.

Además de la destrucción del medio ambiente, ocasionada por el quemado indiscriminado de árboles y arbustos, el uso de la biomasa en interiores produce niveles muy elevados de contaminación atmosférica, que se traducen en infecciones respiratorias agudas y cáncer de pulmón.

En los países desarrollados, el número de muertes debidas al quemado de biomasa es elevado.

“ Las dosis de radiación que recibe la población, procedentes del funcionamiento normal de las centrales nucleares son sólo una pequeñísima parte de las variaciones de la radiación natural de fondo. Los niveles de la radiación natural en muchas regiones extensas oscilan entre menos de 2 milisievert por año hasta 5 milisievert. Las contribuciones adicionales de la energía nucleoelectrica suelen ser alrededor de 1 a 3 microsievert por año, o 1/1009 de las variaciones en los niveles de la radiación natural de fondo.

La producción de las centrales helioeléctricas también afecta al medio ambiente y a la salud, de modo que, en suma, las centrales contribuyen a la contaminación ambiental, e incluso antes de comenzar a producir electricidad.” (9)

---

9. Quiero mencionar que la energía nuclear puede ser una alternativa viable de vital importancia para los países, pero es necesaria una cultura del público con respecto a ésta, misma que exige un marco regulatorio de seguridad y ambiental, estricto.

Todos los sistemas de generación de electricidad producen efectos en la salud y el medio ambiente de quienes viven hoy; efectos que también se harán sentir en futuras generaciones. Los conocimientos actuales indican que es probable que en un futuro lejano se manifiesten varios efectos, y que éstos deberían estar presentes en las evaluaciones de las opciones energéticas.

En estos momentos, se considera importante evaluar las consecuencias que tienen para las futuras generaciones los radionucleidos de período largo, el calentamiento de la atmósfera, los accidentes nucleares graves, la disposición final de los desechos, el uso de la tierra y el agotamiento de los recursos.

Uno de los efectos a largo plazo más importantes, el calentamiento de la atmósfera, probablemente abarque siglos. Otros, en especial los efectos de los radionucleidos de período largo, pueden prolongarse por miles o millones de años.

“ Las principales repercusiones futuras son:

- **DISPERSIÓN GLOBAL DE RADIONUCLEIDOS.** Entre los radionucleidos que emite la generación de energía nucleoelectrónica, están el yodo 129 y el carbono 14. Se da un posible aumento de casos de cánceres mortales, y a los efectos genéticos derivados del aumento de la exposición a radiaciones de actividad baja.
- **CALENTAMIENTO DE LA ATMÓSFERA.** Derivada del gas de efecto invernadero CO<sub>2</sub>, producido por la combustión de combustibles fósiles. Dado que los efectos del calentamiento de la atmósfera son bastante inciertos y se producirán en un plazo más lejano, son más difíciles de cuantificar.
- **ACCIDENTES GRAVES.** Emitirán más contaminación en el medio ambiente. Los posibles efectos en la humanidad se prolongarán hasta un futuro lejano (en general, hasta 10 000 años).
- **DESECHOS.** Los desechos procedentes de los sistemas energéticos contienen materiales que poseen diversos períodos de semidesintegración en el medio ambiente. Las posibles repercusiones y los costos dependen de los métodos que se usen para evacuar esos desechos.
- **USO DE LA TIERRA.** La producción y el subsiguiente suministro de electricidad requieren, y seguirán requiriendo, el uso de tierras, lo que, por consiguiente, repercute en la cantidad de tierra disponible para otros fines. Pero aún así, pueden faltar recursos y voluntad política para encarar esos problemas.
- **AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS.** Los métodos de generación de electricidad actuales consumen principalmente, recursos no renovables, a saber, combustibles fósiles y uranio. Es probable que los combustibles fósiles se agoten más rápidamente que el uranio. Los recursos de petróleo y de gas conocidos hoy, serán insuficientes en algún momento del próximo siglo.”(10)

---

10. RABL, Ari, et al. Repercusiones a largo plazo de los sistemas energéticos en la salud y medio ambiente. Pág. 31-34

Diversos cambios futuros en el sector de la generación de electricidad podrían ocurrir, tales como:

- Variación en los precios de los recursos disponibles y más explotación de material de menor pureza, junto con un posible aumento de la repercusión ambiental;
- Aumento de la eficiencia en la producción y el uso de la energía;
- Aumento de la explotación de fuentes de energía renovables;
- Sustitución de las tecnologías por otras nuevas como los reactores reproductores nucleares; y
- Sustitución del petróleo por sucedáneos como materia prima para la producción de plásticos.

## **2.4 SITUACIÓN MUNDIAL DE LA GENERACION NUCLEOELÉCTRICA**

### **2.4.1 PAÍSES QUE LA GENERAN**

Los primeros diseños de reactores nucleares datan de 1942 cuando Enrico Fermi construyó el primero en la Universidad de Chicago, que tuvo su primera reacción en cadena en diciembre de ese año. Los diferentes tipos de reactores nucleoelectrónicos comerciales actuales, como los de agua a presión, los de agua en ebullición, los de grafito, los de sodio, etc, fueron concebidos desde esa época.

El primer reactor nucleoelectrónico, el APS-1, entró en operación en junio de 1954 en Obninsk, cerca de Kaluga, en la Unión Soviética. Este es un reactor de 5 megawatts de potencia, con grafito como moderador, agua como refrigerante y uranio enriquecido al 5% como combustible y es el prototipo de los reactores RBMK, como el de Chernobyl.

En los Estados Unidos, el primer reactor experimental tipo BWR es el de Vallectos que culmina en 1960 con el reactor comercial Dresden 1, del tipo BWR/1 con 192 megawatts de potencia, que es el antecedente del BWR/5 de Laguna Verde. Los reactores de agua en ebullición, utilizan ésta como moderador y como refrigerante, y el combustible que consume es uranio enriquecido al 2.5%.

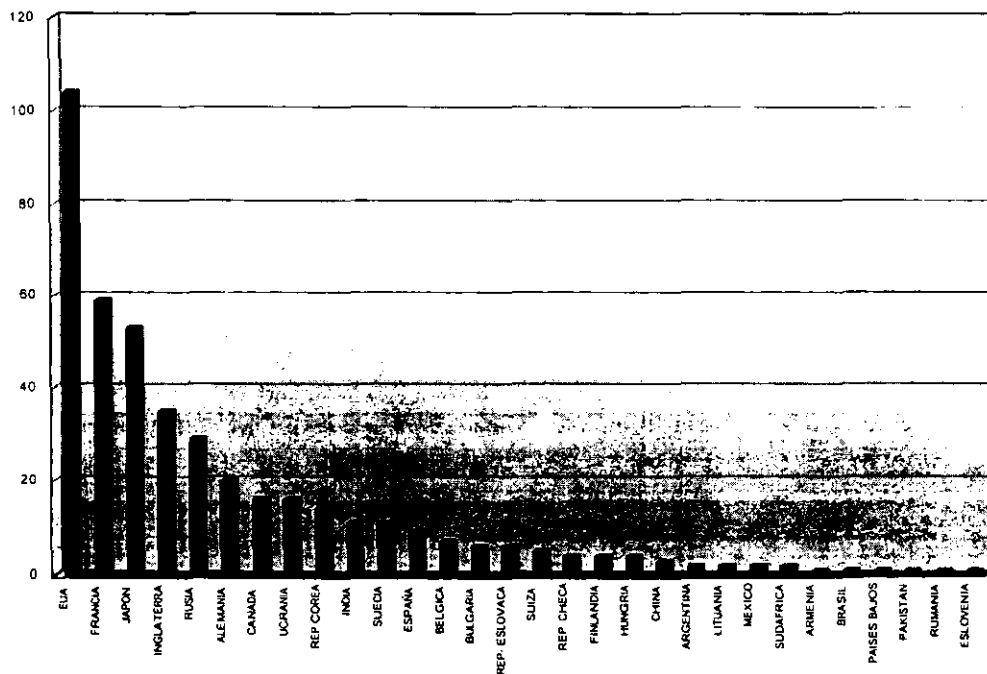
La contribución de la tecnología nuclear para satisfacer la demanda de energía a nivel mundial se ha incrementado fuertemente desde 1954 hasta la fecha. A pesar de que la energía nucleoelectrónica es relativamente nueva, ya tiene casi el mismo nivel de producción que la electricidad obtenida por plantas hidráulicas a nivel mundial.

En 1955 nada más operaba el reactor soviético de Obninsk con una capacidad instalada de sólo 5 megawatts. En 1965 el número había aumentado a 53 reactores con un total de 5 mil 398 megawatts y en 1975 ya estaban en operación 176 unidades que aportan una capacidad instalada de 71 mil 659 megawatts.



Un total de 433 plantas nucleares operaban en todo el mundo en 1999, basados en datos reportados al Sistema de Información de Plantas Nucleares del OIEA. Durante 1999, 4 plantas nucleares representaban 2700 MW (e) de electricidad neta generada estuvieron conectadas a la red, una en Francia, otra en India, otra en la República de Corea y una mas en la República Eslovaca. (gráfica 2)

**NUMERO DE REACTORES EN OPERACIÓN EN 1999**



Fuente: Comisión Federal de Electricidad

Adicionalmente, se empezaron a construir 7 nuevos reactores nucleares, uno en China (junto a los dos de Taiwán), dos en Japón y dos mas en la República de Corea , dando un total de 37 reactores en construcción.

Los diez países con mas dependencia a la energía nuclear en 1999 fueron: Francia, 75%; Lituania, 73.1%; Bélgica, 57.7%; Bulgaria, 47.1%; República Eslovaca, 47%; Suecia, 46.8%; Ucrania, 43.8%; República de Corea, 42.8%; Hungría, 38.3%, y Armenia, 36.4%. En total, 17 países además de Taiwán, China se apoyaron en la energía nuclear para satisfacer una cuarta parte del total de su generación eléctrica.

A nivel mundial, en 1999, la energía eléctrica nuclear total generada se incrementó a 2401.6 terawatts-horas. La experiencia operativa acumulada a nivel mundial de los reactores nucleares civiles al final de este año se acercó a los 9400 años-reactor (9384 años-reactor).

Más adelante se detalla una tabla que muestra la energía proporcionada por los reactores nucleares en 1999 y el respectivo porcentaje de electricidad producido por la energía nuclear.

Además de los Estados Unidos, son suministradores de la tecnología BWR; Suecia, República Alemana y Japón. En este último país, la más grande compañía eléctrica privada del mundo ha escogido el mismo tipo de edificio de contención que los de Laguna Verde (MARK-II) como el estándar para el desarrollo de su programa nuclear con este tipo de reactores, lo que demuestra que la tecnología de nuestra central no es obsoleta.

Los países que construyen y operan reactores tipo BWR son: Finlandia, Alemania, India, Japón, España, Suecia, Taiwán, Estados Unidos, México, Holanda y Rusia. (12)

## A) DATOS ESTADÍSTICOS

### SITUACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO

*REACTORES EN FUNCIONAMIENTO REACTORES EN CONSTRUCCIÓN ELECTRICIDAD EXPERIENCIA*

#### GENERADA 1999

#### TOTAL OPERADA 1999

	No DE UNIDADES	MW(e) TOTALES NETOS	No DE UNIDADES	MW(e) TOTALES NETOS	TW (e)	% DE TOTAL	AÑOS	MESES
ALEMANIA	19	21122			160.4	31.21	590	7
ARGENTINA	2	935	1	692	6.59	9.04	42	7
ARMENIA	1	376			2.08	36.36	32	3
BELGICA	7	5712			46.6	57.74	163	7
BRASIL	1	626	1	1229	3.98	1.12	17	9
BÚLGARIA	6	3538			14.53	47.12	107	2
CANADA	14	9998			70.4	12.44	419	2
CHINA	3	2167	7	5420	14.1	1.15	20	5
ESLOVENIA	1	632			4.48	37.18	18	3
ESPAÑA	9	7470			56.47	30.99	183	2
FINLANDIA	4	2656			22.07	33.05	83	4
FRANCIA	59	63103			375	75	1110	2
HUNGRÍA	4	1729			14.1	38.3	58	2
INDIA	11	1897	3	606	11.45	2.65	169	2
IRAN			2	2111				
JAPON	53	43691	4	4515	306.9	36	909	8
LITUANIA	2	2370			9.86	73.11	28	6
MEXICO	2	1308			10	5.21	15	11
PAISES BAJOS	1	449			3.4	4.02	55	0
PAKISTAN	1	125	1	300	0.07	0.12	28	6
REINO UNIDO	35	12968			91.19	28.87	1203	4
REP. DE COREA	16	12990	4	38820	97.82	42.84	153	1
REP. ESLOVACA	6	2408	2	776	13.12	47.02	79	0
REP. CHECA	4	1648	2	1824	13.36	20.77	54	8
RUMANIA	1	650	1	650	4.81	10.69	3	6
RUSIA	29	19843	3	2825	110.91	14.41	642	6
SUECIA	11	9432			70.1	46.8	267	2
SUIZA	5	3079			23.52	36.03	123	10
UCRANIA	14	12155	4	3800	67.35	43.77	238	1
<b>TOTAL</b>	<b>433</b>	<b>349063</b>	<b>37</b>	<b>31128</b>	<b>2401.16</b>		<b>93.84</b>	<b>7</b>

Fuente: Secretaría de Energía

El área y la población de Francia, son muy similares al área y población de las entidades federativas aledañas a Laguna Verde: Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Oaxaca, Estado de México, Distrito Federal, Morelos, San Luis Potosí, Querétaro, Guerrero, Tamaulipas, Guanajuato y Michoacán que suman 560 mil 800 km<sup>2</sup> y 53 438 826 habitantes respectivamente.

Francia tiene la electricidad más barata de Europa y la exporta en cantidades crecientes a los países vecinos. Su generación con carbón es 50% más cara y con petróleo es entre el 200% y 300% más cara que la nuclear. Su energía nuclear compite con la generada en termoeléctricas que queman combustóleo cuyo precio sea de 3 dólares por barril.

En cuanto a seguridad nuclear, los países desarrollados han implementado reglamentaciones deterministas.

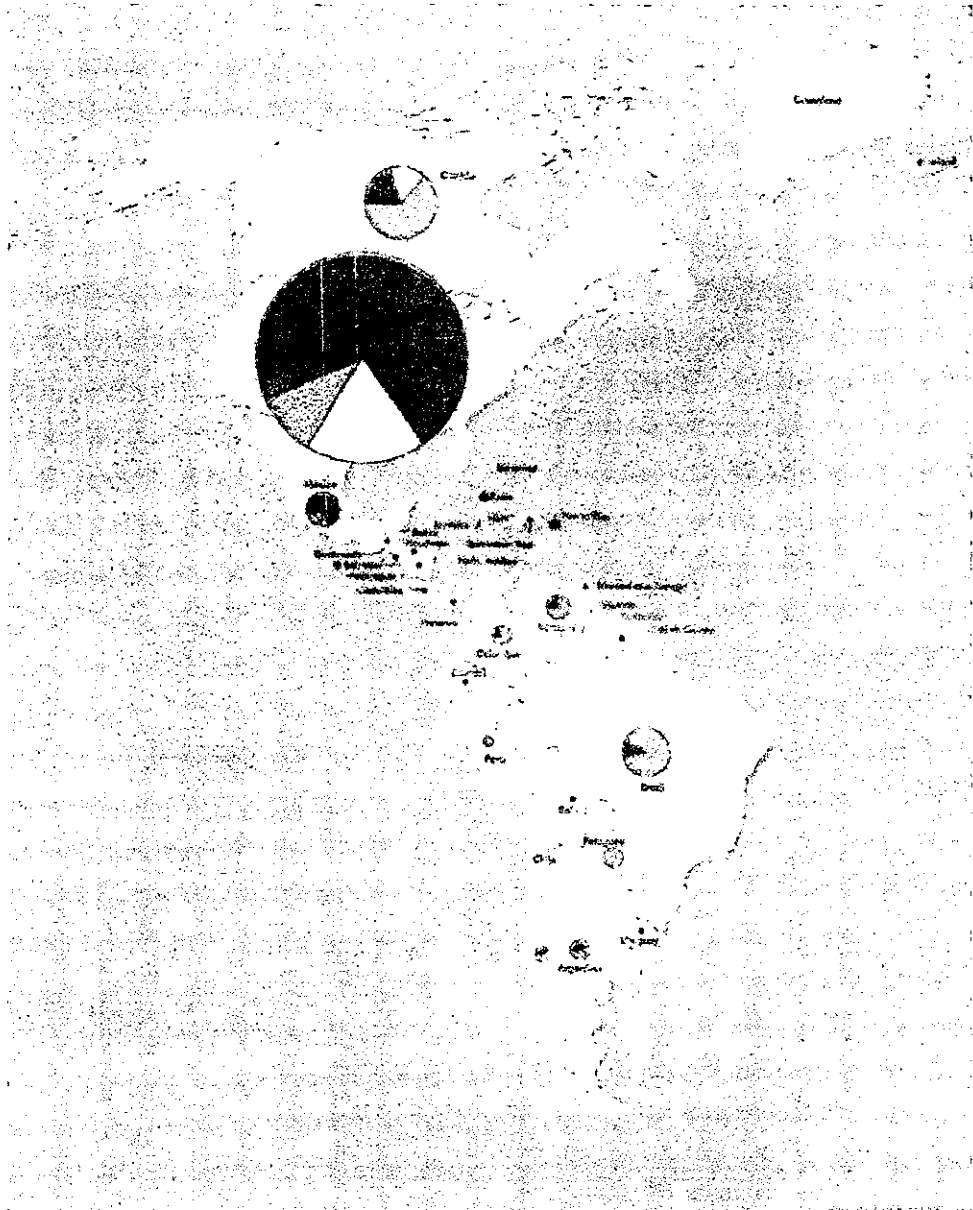
En Alemania, por ejemplo, la solicitud de licencia para construir una central debe de acompañarse de un análisis de la seguridad, el cual deberá demostrar que las medidas de seguridad son adecuadas para evitar una secuencia de sucesos que podrían provocar un peligroso accidente.

En el Reino Unido y Países Bajos, los objetivos de seguridad están expresados en términos cuantitativos, y se ha pedido que se evalúen los riesgos para demostrar el cumplimiento.

En las siguientes láminas podemos comparar la importancia del uso de la energía nuclear en todo el mundo, en comparación con los sistemas convencionales como los combustibles fósiles, el agua, el aire, etc, para la generación de electricidad, durante 1997. (Lámina 3 y 4 )

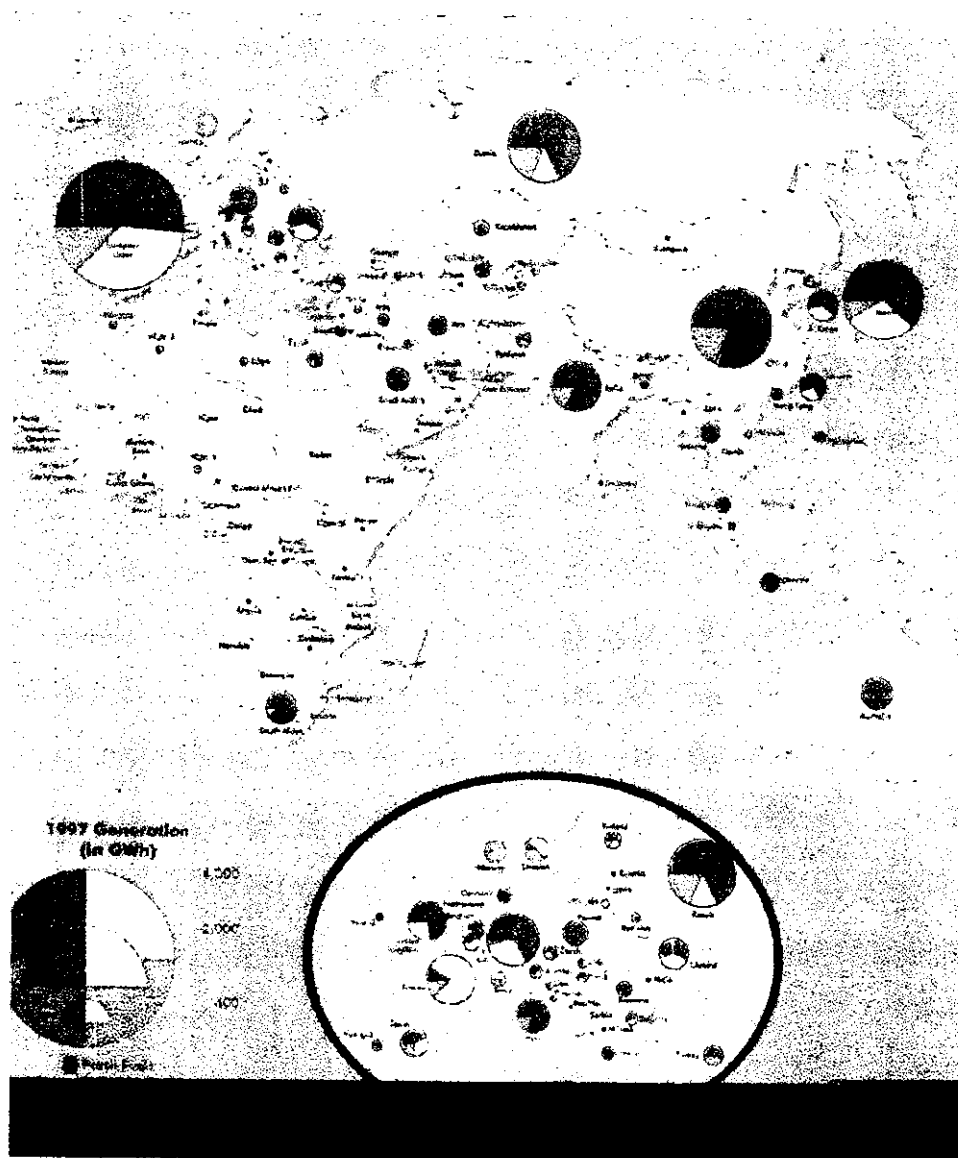
El uso de la energía nuclear requiere el reforzamiento continuo de sus medidas de seguridad, que redunden en un mejor beneficio a la sociedad, y permitan su aceptación como una de las fuentes energéticas renovables más convenientes a largo plazo.

# Lámina 3



Fuente: Secretaría de Energía

# Lámina 4



Fuente: Secretaría de Energía

**PARTICIPACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD ( DICIEMBRE DE 1999)**

ALEMANIA	28.29%
ARGENTINA	10.04%
ARMENIA	24.70%
BELGICA	55.16%
BRASIL	1.08%
BULGARIA	41.50%
CANADA	12.44%
CHINA	1.16%
ESLOVAQUIA	43.80%
ESLOVENIA	38.33%
ESPAÑA	31.66%
ESTADOS UNIDOS	18.69%
FINLANDIA	27.44%
FRANCIA	75.77%
HUNGRIA	32.65%
INDIA	2.51%
JAPON	35.86%
KAZAJSTAN	0.18%
LITUANIA	77.21%
MEXICO	5.41%
PAISES BAJOS	4.12%
PAKISTAN	0.65%
REINO UNIDO	27.09%
REP. CHECA	20.50%
REP. DE COREA	41.39%
RUMANIA	10.35%
RUSIA	13.08%
SUDAFRICA	7.25%
SUECIA	45.75%
SUIZA	41.07%
UCRANIA	45.42%

Fuente: Secretaría de Energía

## CAPITULO 3

# LA SEGURIDAD EN EL CAMPO NUCLEAR



### 3.1 SEGURIDAD RADIOLÓGICA

“ La radiación ionizante sirve para muchos fines: los médicos emplean los rayos X para diagnosticar enfermedades o lesiones; las fábricas aprovechan la radiación para comprobar la soldadura o de componentes de máquinas; los rayos gamma se utilizan para esterilizar equipo médico y poder usarlo sin riesgos; y muchas nuevas variedades de plantas se han producido mediante mutaciones radioinducidas. Además, alrededor del 17% de la electricidad que se consume hoy en el mundo es generada por centrales nucleares.”(12)

Una consecuencia de la utilidad de la radiación es que muchas personas reciben pequeñas dosis provenientes de fuentes artificiales, además de las causadas por la naturaleza.

Tipos de radiación:

La radiación ionizante se presenta en diversas formas:

- Partículas alfa: partículas con carga eléctrica positiva que pueden ser fácilmente interceptadas por una hoja de papel o la piel; sólo son peligrosas cuando las sustancias que las emiten se introducen en el cuerpo humano por ingestión o inhalación.
- Partículas beta: son electrones y tienen más poder penetrante que las partículas alfa, pero pueden ser interceptados por capas delgadas de agua, vidrio o metal. No obstante, las sustancias emisoras beta pueden ser peligrosas si se incorporan al organismo humano.
- Rayos gamma y rayos X: son radiaciones electromagnéticas similares a las ondas humanas y de radio, pero con longitudes de onda más cortas. Estos rayos son muy penetrantes y para interceptarlos se requieren materiales de blindaje pesados, como el plomo o el hormigón.
- Neutrones: partículas sin carga eléctrica; por ser neutra eléctricamente tiene un gran poder de penetración en la materia. No producen ionización directamente, pero al interactuar con los átomos pueden generar rayos alfa, beta, gamma o X, que sí son ionizantes. Los neutrones solo pueden interceptarse con masas gruesas de hormigón, agua o parafina.

La cantidad de radiación -la "dosis"- recibida por las personas se mide en milisieverts (mSv). Esta unidad es de la misma familia que el litro y el kilogramo, es decir, pertenece al sistema internacional de unidades más comúnmente aceptado.

---

12. Seguridad Radiológica. 1991. Pág 1.

En la mayoría de los casos, la principal fuente de exposición es la propia naturaleza.

Los rayos cósmicos llegan a través de la atmósfera terrestre, provenientes del sol y de fuentes de energía existentes en nuestra galaxia o fuera de ella. La dosis de radiación que reciben las personas aumenta con la latitud y la atmósfera terrestre constituye un blindaje parcial contra las radiaciones. La dosis promedio global anual es de 0.39 milisieverts.

“ La corteza terrestre se compone de materiales naturalmente radiactivos. El uranio, torio y potasio 40, emiten rayos gamma que irradian todo el cuerpo de manera más o menos uniforme. Las dosis de radiación varían según las rocas, los suelos de la zona y los materiales de construcción que se utilicen, aunque el promedio global anual es de 0.46 milisieverts.

El radón es un gas naturalmente radiactivo del uranio que se halla difundido en toda la corteza terrestre. Se desintegra para formar otros átomos radiactivos que, al inhalarse, pueden alojarse en el pulmón e irradiar el tejido. La dosis promedio global anual es de 1.3 milisieverts.

Alimentos y bebidas. Como las sustancias radiactivas se hallan por doquier en la naturaleza, es inevitable su presencia en el agua potable y los alimentos, lo que supone una dosis promedio global anual de 0.23 milisieverts.” (13)

En la mayoría de la población las dosis debidas a la radiación artificial son mucho más bajas que las causadas por la radiación natural.

*Fuentes médicas.* Las radiaciones se utilizan en medicina de dos formas distintas: para diagnosticar enfermedades o lesiones y para destruir células cancerosas. En el caso de algunas enfermedades, puede obtenerse información para el diagnóstico utilizando los rayos gamma emitidos por sustancias radiactivas introducidas en el paciente por inyección, ingestión o inhalación. Esta técnica se denomina medicina nuclear. [Para estudiar la distribución o circulación de la sustancia radiactiva se utiliza una “cámara gamma”. La cámara detecta la radiación gamma y produce una imagen que indica si el tejido está sano, o bien proporciona información sobre la índole y alcance de la enfermedad].

Las enfermedades cancerosas pueden tratarse con radioterapia - para lo cual se utilizan haces de rayos X de alta energía o rayos gamma generados por fuentes de cobalto 60 u otras similares -.

Los usos médicos de las radiaciones son, la mayor fuente de exposición artificial del público; la dosis promedio global anual es de 0.3 milisieverts.

*Radiación ambiental.* La atmósfera también contiene materias radiactivas provenientes de ensayos de bombas atómicas y otras actividades.

La precipitación radiactiva proveniente de los ensayos de armas nucleares realizados en la atmósfera es el contaminante ambiental más difundido. La dosis promedio global anual es de 0.006 milisieverts.

La industria nuclear y otras industrias, y en menor grado los hospitales y universidades, vierten sustancias radiactivas al medio ambiente.

La industria nucleoelectrónica emite pequeñas emisiones de una amplia diversidad de sustancias radiactivas en cada etapa del ciclo del combustible nuclear. La dosis promedio global anual al público es de 0.008 milisieverts.

La dosis anual a las personas que viven cerca de una central nuclear es pequeña - por lo general una fracción de milisievert - y todavía menor para las personas situadas a más distancia.

" *Las industrias no nucleares también producen vertimientos radiactivos.* Entre ellas están las que tratan minerales que contienen materiales radiactivos además del elemento que se desea obtener con el tratamiento. Las dosis de radiación son siempre bajas: 0.001 milisieverts o menos.

*Emisiones accidentales de sustancias radiactivas.* Además de la contaminación debida al funcionamiento normal de la industria nuclear, ha habido grandes dispersiones de radiactividad a causa de accidentes.

*Radiación en productos de consumo.* Se reciben dosis de radiación ínfimas debidas a las sustancias radiactivas presentes en productos de consumo tales como detectores de humo y relojes luminosos, y a la radiactividad natural de los manguitos incandescentes para gas. La dosis promedio global anual es extremadamente pequeña (0.0005 milisieverts)." (14)

Los efectos de la radiación para la salud pueden dividirse en efectos de manifestación temprana y efectos de manifestación tardía.

Manifestación a corto plazo - los efectos de la radiación pueden diagnosticarse clínicamente en el individuo expuesto; se denominan efectos deterministas porque si se recibe una dosis de radiación superior al umbral correspondiente, es seguro que se producen y su gravedad depende de la dosis.

Manifestación a largo plazo - la exposición a la radiación también puede provocar la inducción diferida de cáncer y, posiblemente, de daños hereditarios. Parecen producirse al azar en la población irradiada.

Para los efectos de la protección radiológica, la exposición a la radiación ionizante suele medirse en forma de dosis efectiva. Esta es función de la energía cedida al tejido por la radiación, teniéndose en cuenta el tipo de radiación, y la sensibilidad de los tejidos irradiados.

Para controlar la exposición de los trabajadores, los pacientes en tratamiento médico y el público a la radiación, muchos países han elaborado leyes que se apoyan en medidas administrativas y cuyo cumplimiento vigilan inspectores.

Las nuevas normas básicas de seguridad (NBS) tienen por objeto garantizar la seguridad de todos los tipos de fuentes de radiación y complementar las normas de seguridad técnica elaboradas para las fuentes de radiación de gran tamaño y complejidad, como los reactores nucleares y las instalaciones de gestión de desechos radiactivos. No son de carácter obligatorio, pero pueden servir de guía práctica para todos los que trabajan en protección radiológica.

“ La protección radiológica de las personas y del medio ambiente de los posibles daños de la radiaciones ionizantes se fundamenta en la aplicación de tres principios básicos: justificación, optimización y limitación de dosis.

El principio de justificación implica que cualquier actividad en las que exista una exposición a radiaciones ionizantes debe estar previamente justificada por las ventajas prácticas que de ella se deriven. Por ejemplo: si a una persona se le realiza una radiografía de tórax es porque dicha radiografía proporciona un importante beneficio desde el punto de vista del diagnóstico de enfermedades; no estaría permitido que dicha radiografía se realizara porque sí, sin motivo que la justifique.

El principio de optimización implica que las exposiciones a radiaciones ionizantes se debe mantener en el nivel más bajo que razonablemente sea posible. Este principio se traduce en la práctica en que las actividades que implican exposición a radiaciones ionizantes se planifican rigurosamente, analizándose en detalle qué se va a hacer y cómo se va hacer, y estableciéndose las medidas de protección que sean necesarias para alcanzar el nivel de exposición más bajo posible. El principio de limitación de dosis implica que las exposiciones a radiaciones no deben superar determinados límites reconocidos internacionalmente.” (15)

Las NBS se aplican tanto a las actividades prácticas como a las intervenciones.

Prácticas son las actividades que hacen aumentar la exposición que sufren normalmente las personas a causa de la radiación de fondo, o que incrementan la probabilidad de sufrir una exposición, por ejemplo, las aplicaciones de la radiación o de sustancias radiactivas con fines médicos, industriales, agrícolas, de enseñanza, capacitación e investigación y, por supuesto, de generación de energía nucleoelectrónica.

Intervenciones son las actividades encaminadas a reducir una exposición a la radiación ya existente o la probabilidad de exposición. Tienen por objeto las situaciones de exposición crónica.

Los principios, establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, son:

- Justificación de la práctica. No debe adoptarse ninguna práctica que entrañe exposición a la radiación a menos que produzca un beneficio mayor que los daños que cause o pueda causar.
- Optimización de la protección. Las dosis y riesgos de radiación deben reducirse al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales; deben aplicarse restricciones a la dosis o al riesgo para impedir una distribución no equitativa de la exposición o el riesgo.
- Limitación del riesgo individual. La exposición de los individuos no debe exceder de los límites de dosis especificados; de rebasar tales límites se considerará que la dosis o el riesgo es inaceptable.

" El fin de los límites de dosis aplicables a las prácticas es dar la seguridad de que ningún individuo asume un riesgo inaceptable causado por la exposición a la radiación. Para el público el límite es de 1 mSv a año, o en circunstancias especiales, hasta 5 mSv en un solo año, siempre que la dosis promedio en un período de cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv al año. " (16)

El objetivo de las NBS es impedir los efectos a corto plazo de altas dosis de radiación y restringir la probabilidad de efectos a largo plazo.

En el caso de una intervención justificada, el objetivo se alcanza manteniendo las dosis individuales por debajo de los estándares correspondientes a los efectos deterministas y reduciendo todas las dosis al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse dadas las circunstancias.

La justificación de las prácticas e intervenciones exige tener en cuenta muchos factores, en particular los aspectos sociales y políticos, así como consideraciones de carácter radiológico.

Una intervención se justifica si se prevé que hará más bien que mal, teniendo en cuenta los factores sanitarios, sociales y económicos.

De entre las prácticas inustificadas tenemos:

- Adición de materiales radiactivos a alimentos, bebidas o cosméticos;
- Uso de materiales en juguetes y objetos de joyería;
- Ciertas exposiciones médicas.

Las NBS prescriben requisitos detallados aplicables a las prácticas y a las intervenciones destinadas a proteger a los trabajadores, los pacientes y el público en general contra la exposición a las radiaciones. También recomiendan procedimientos para conseguir la seguridad de las fuentes, la prevención de accidentes, la elaboración de planes y preparación para emergencias así como la atenuación de las consecuencias de accidentes.

Los gobiernos de los distintos países suelen encargarse de hacer cumplir las normas de seguridad radiológica, generalmente mediante un sistema del que forma parte una autoridad reguladora.

Además de las leyes y reglamentos, los elementos esenciales son:

- Una autoridad reguladora. Esta autoridad debe estar facultada para conceder autorizaciones, realizar inspecciones y vigilar el cumplimiento de la legislación y los reglamentos. Ha de disponer de suficientes recursos, incluida una dotación adecuada de personal capacitado. Tienen que existir dispositivos para detectar la acumulación de sustancias radiactivas en el medio ambiente en general, evacuar los desechos radiactivos y preparar las intervenciones, particularmente en situaciones de emergencia que puedan causar la exposición del público.
- Enseñanza, capacitación e información pública. Se deben facilitar los medios y recursos adecuados para esas actividades, así como para el intercambio de información entre especialistas, así como mecanismos apropiados de datos hacia el público, representantes y medios de comunicación social.
- Instalaciones y servicios de protección y seguridad radiológicas, que deben estar firmemente establecidos a nivel nacional.

Para garantizar la seguridad radiológica, las NBS promueven el desarrollo de los siguientes factores:

- Una cultura de la seguridad - que estimule una actitud arrogante y deseosa de aprender en materia de protección y seguridad, y desincentive la complacencia.
- Programas de garantía - que dan, cuando proceda, certeza suficiente de que se cumplen los requisitos especificados en relación con la protección y la seguridad.
- Control de factores humanos - que limite, en la mayor medida posible, la contribución del error humano a accidentes y otros sucesos susceptibles de originar exposiciones. Ello puede lograrse velando por que todo el personal encargado de la protección y la seguridad reciba la capacitación y cualificaciones adecuadas.
- Expertos calificados - que presten asesoramiento sobre la observancia de las NBS.

Las NBS promueven en el aspecto técnico:

- Seguridad de las fuentes. Las fuentes de radiación han de mantenerse en condiciones de seguridad que impidan robos o daños.
- Defensa en profundidad. Se debe aplicar a las fuentes un sistema de barreras múltiples de dispositivos de protección y seguridad que esté en consonancia con los riesgos de radiación de que se trate, de modo que un fallo en una barrera sea compensado o corregido por las barreras siguientes.
- Buena práctica tecnológica. Se manifiesta por el empleo de los códigos y normas aprobados, y ha de estar respaldada por factores fiables a nivel de gestión y organización, con el objetivo de garantizar la protección y la seguridad durante toda la vida de las fuentes.
- Verificación de la seguridad. Han de establecerse medidas de protección y seguridad de las fuentes que permitan vigilar y verificar periódicamente el cumplimiento de los requisitos prescritos. Además, deben mantenerse registros que den constancia de los resultados de la vigilancia y verificación.
- Transporte. Además, las sustancias radiactivas deben ser transportadas de conformidad con el Reglamento del OIEA para el transporte seguro de materiales radiactivos además de todo instrumento internacional aplicable.

#### **LAS SITUACIONES DE INTERVENCIÓN PREVISTA EN LAS NBS SON:**

- “ Las situaciones de emergencia en que son necesarias acciones protectoras para reducir o evitar exposiciones temporales a la radiación, en particular los accidentes de instalaciones nucleares (para hacer frente a los cuales se hayan activado planes o procedimientos de emergencia).
- Situaciones de exposición crónica que requieren acciones correctoras para reducir o impedir la exposición a largo plazo a la radiación. Incluyen la exposición al radón en los edificios y la exposición a residuos radiactivos originados por sucesos anteriores.” (17)

### **3.2 SEGURIDAD NUCLEAR**

La preocupación de la opinión pública en torno a la aceptabilidad de la energía nuclear procedente de la fisión se debe a dos características básicas del sistema. La primera es el elevado nivel de radioactividad que existe en diferentes fases del ciclo nuclear, incluida la eliminación de residuos. La segunda es el hecho de que los combustibles nucleares uranio 235 y plutonio 239 son los materiales con los que se fabrican las armas nucleares.

En la década de 1950 se pensó que la energía nuclear podría ofrecer un futuro de la energía barata y abundante. La industria energética confiaba en que la energía nuclear sustituyera a los combustibles fósiles, cada vez más escasos, y disminuyera el coste de la electricidad. Los grupos preocupados por la conservación de los recursos naturales preveían una reducción de la contaminación atmosférica y de la minería a cielo abierto. La opinión pública era en general favorable a esta nueva fuente de energía, y esperaba que el uso de la energía nuclear pasara del terreno militar al civil.

Sin embargo después de esto, crecieron las reservas en torno a la energía nuclear a medida que se estudiaban más profundamente las cuestiones de seguridad nuclear y proliferación de armamento. En todos los países del mundo existen grupos opuestos a la energía nuclear, y las normas estatales se han hecho complejas y estrictas.

Los materiales radioactivos emiten radiación ionizante penetrante que puede dañar los tejidos vivos. La unidad que suele emplearse para medir las dosis de radiación equivalente en los seres humanos es el milisievert. La dosis de radiación equivalente mide la cantidad de radiación absorbida por el organismo.

Corregida según la naturaleza de la radiación puesto que los diferentes tipos de radiación son más o menos nocivos. En el caso de Reino Unido, por ejemplo cada individuo está expuesto a unos 2,5 milisieverts anuales por la radiación de fondo procedente de fuentes naturales. Los trabajadores de la industria nuclear están expuestos a unos 4,5 milisieverts. La exposición de un individuo a 5 sieverts suele causar la muerte. Una gran población expuesta a bajos niveles de radiación experimenta aproximadamente un caso de cáncer adicional por cada 10 sieverts de dosis equivalente total.

El objetivo de la seguridad nuclear en cualquier clase de avance tecnológico es proteger, de forma adecuada, a los individuos y a la sociedad de cualquier riesgo asociado.

“ El INSAG ( Grupo Internacional Asesor de Seguridad Nuclear ) formuló los objetivos de seguridad técnica:

- Evitar con elevado grado de confianza los accidentes en las centrales nucleares;
- Asegurar que para todos los accidentes considerados en el diseño de la central, incluso los de muy baja probabilidad, las consecuencias radiológicas, si las hubiere, sean poco importantes;
- Garantizar que la probabilidad de accidentes graves con serias consecuencias radiológicas sea sumamente pequeña.” (18)

Para las centrales nucleares existentes, la meta congruente con el objetivo de seguridad técnica es una probabilidad de daños graves al núcleo inferior a unos  $10^{-4}$  sucesos por año de explotación de la central.



La aplicación de todos los principios de seguridad en las centrales futuras debería conducir al logro de una meta más favorable, no superior a unos  $10^{-5}$  sucesos por año de explotación de la central. Las medidas de gestión y de mitigación de accidentes graves deberían reducir en un factor de, por lo menos, 10 la probabilidad de grandes escapes al exterior del emplazamiento que requieran respuesta en breve plazo fuera del emplazamiento.

En una central, el riesgo puede estar influido por factores que son difíciles de reflejar en modelos. Por ejemplo, la gestión de la seguridad de la central y su cultura de la seguridad general son factores que influyen de manera significativa en los niveles generales de seguridad, pues interponen barreras adicionales para que no ocurran accidentes.

Los elementos normales de la seguridad nuclear son: la notificación a las autoridades encargadas de la seguridad de la existencia de instalaciones que representan peligros potenciales, la preparación de informes de seguridad y planes de emergencia, la modificación de las instalaciones, la planificación del uso de la tierra o la información que debe suministrarse después de un accidente grave.

De acuerdo a los lineamientos de la OCDE, la solicitud para construir una nueva instalación deberá estar acompañada de un informe de seguridad en que se identifiquen los riesgos, se enumeren las medidas encaminadas a reducir la probabilidad y las consecuencias de un accidente y se brinde la información necesaria para que las autoridades públicas preparen los planes de emergencia.

Los mecanismos de seguridad que se instalan en los reactores, son lo siguientes:

#### *A) SISTEMAS DE SEGURIDAD DE LOS REACTORES:*

Se ha dedicado una enorme atención a la seguridad de los reactores. En un reactor en funcionamiento, la mayor fuente de radiactividad, con diferencia, son los elementos de combustible. Una serie de barreras impide que los productos de fisión pasen a la biosfera durante el funcionamiento normal. El combustible está en el interior de tubos resistentes a la corrosión. Las gruesas paredes de acero del sistema de refrigeración primario del RAP forman una segunda barrera. La misma agua de refrigeración absorbe parte de los isótopos biológicamente importantes, como el yodo. El edificio de acero y hormigón supone una tercera barrera.

Durante el funcionamiento de una central nuclear, es inevitable que se liberen algunos materiales radioactivos. La exposición total de las personas que viven en sus proximidades suelen representar un porcentaje muy bajo de la radiación natural de fondo. Sin embargo, las principales preocupaciones se centran en la liberación de productos radioactivos causada por accidentes en los que se ve afectado el combustible y fallan los dispositivos de seguridad. El principal peligro para la integridad del combustible es un accidente de pérdida de refrigerante, en el que el combustible resulta dañado o incluso se funde. Los productos de fisión pasan al refrigerante, y si se rompe el sistema de refrigeración, los productos de fisión penetran en el edificio del reactor.

Los sistemas de los reactores emplean una compleja instrumentación para vigilar constantemente su situación y controlar los sistemas de seguridad empleados para desconectar el reactor en circunstancias anómalas. El diseño de los RAP incluye sistemas de seguridad de refuerzo que inyectan boro en el refrigerante para absorber neutrones y detener la reacción en cadena, con lo que la desconexión está aún más garantizada. En los reactores de agua ligera, el refrigerante está sometido a una presión elevada. En caso de que se produjera una rotura importante en una tubería, gran parte del refrigerante se convertiría en vapor, y el núcleo dejaría de estar refrigerado. Para evitar una pérdida total de refrigeración del núcleo, que empieza a funcionar automáticamente en cuanto se pierde presión en el circuito primario de refrigeración. En caso de que se produzca una fuga de vapor al edificio de contención desde una tubería rota del circuito primario de refrigeración, se ponen en marcha refrigeradores por aspersión para condensar el vapor y evitar un peligro de aumento de la presión en el edificio.

### ***B) MEDIDAS DE SEGURIDAD EN PLANTAS NUCLEARES***

La cuestión sobre la seguridad y los peligros constituyen el centro de la controversia nuclear. Las plantas nucleares procesan materiales que son nocivos en sumo grado para los organismos vivos.

Por tanto se debe seguir los cinco principios de medidas de seguridad. Sus aplicaciones a las plantas nucleares se sintetizan a continuación:

- **Diseño seguro:** Tómese en cuenta que en un reactor no autorregenerador el uranio 228 se enriquece poco con el uranio 235 fisionable y, por tanto, el combustible no se parece en nada a una bomba atómica. Las barras de control se insertan al empujarlas hacia abajo en el núcleo, de modo que si no hay energía simplemente caerán. El agua corriente es tanto un refrigerante como un moderador. Si el exceso de calor hiciera que el agua hirviera hasta agotarse, la pérdida del moderador detendría la reacción en cadena. En las especificaciones de diseño se señala que los materiales de construcción de la mejor calidad técnica sean probados en su totalidad antes de su utilización. El reactor autorregenerador es intrínsecamente más peligroso, pero esto solo significa que su diseño de seguridad es más importante aún.
- **Redundancia:** El sistema que más necesita un substitutivo es el que enfría el núcleo del reactor. Si este falla, casi siempre se tendrá al menos dos sistemas de enfriamiento adicionales e independientes. Si fallara el sistema de energía en que se basan las medidas de emergencia, se podría utilizar una fuente externa. Si este también falla, intervendrían las turbinas de gas o generadores diesel de la planta. Los sistemas secundarios de este tipo son bastante complejos y se interrelacionan de tal modo que sus respuestas son específicamente adecuadas a la naturaleza de la urgencia.
- **Prevención:** El cuarto de control de una planta nuclear está lleno de manómetros, cuadrantes, luces, zumbadores y alarmas. Los trabajadores cuentan con dispositivos que son sensibles a la radiación y que verifican el grado a que el usuario ha sido expuesto. En toda la planta están distribuidos aparatos de detección y también se encuentran fuera de la planta, a diversas distancias.

- Inspección y mantenimiento: Los operadores del reactor deben pasar por estrictos procedimientos de capacitación, con cursos periódicos de actualización. Las plantas son inspeccionadas varias veces al año, se aplican sanciones a los violadores de las regulaciones y se conservan las listas de cualquier defecto o falla.
- Protección en caso de accidentes: El receptáculo del reactor, fabricado de acero grueso, esta rodeado por blindaje antirradiactivo de varios pies de espesor. Como una barrera final, todo el sistema esta circundado por una estructura de retención, de concreto reforzado, recubierta de acero y a prueba de vapor. Esta barrera esta diseñada para resistir terremotos y huracanes, y para contener toda la materia que pudiera liberarse dentro aun en el caso de que el más grande sistema primario de tubería del reactor quedara destrozado instantáneamente. En Rusia y en algunas otras naciones no es necesaria esta última barrera, hecho que los partidarios de la energía nuclear citan para enfatizar la gran prioridad que Estados Unidos da a la seguridad.

### 3.3 SALVAGUARDIAS

Desde los años cincuenta, cuando los Estados empezaron el comercio de materiales y equipo nucleares con fines pacíficos, se ha establecido la costumbre de estipular en los acuerdos internacionales referentes al uso de la energía nuclear una serie de salvaguardias para la verificación sistemática de que el Estado o los Estados interesados no utilizan los materiales y equipos nucleares en cuestión con fines proscritos o de manera proscrita por el acuerdo. En el caso de las salvaguardias del OIEA, la prohibición se refiere generalmente al uso con cualquier fin explosivo y militar de los materiales, equipo, etc, nucleares.

" La insistencia en una verificación rigurosa se debe principalmente a que la energía nuclear puede utilizarse tanto con fines militares como pacíficos y, en particular, a que ciertos materiales nucleares, además de sus aplicaciones pacíficas, pueden utilizarse como carga explosiva de armas nucleares. El valor de los materiales y los riesgos de radiación que representan exige también una contabilidad precisa y otras medidas de verificación."  
(19)

Se ideó un plan internacional encargado de controlar todo el material nuclear en todo el mundo y todas las formas de actividad nuclear, conocido como Plan Baruch; éste exigía, además, una renuncia demasiado importante de la soberanía natural para que pudiera ser aceptado en aquella época.

Al crearse el OIEA, se incluyó en el Estatuto del Organismo, el concepto de las salvaguardias: "establecer y aplicar salvaguardias destinadas a asegurar que los materiales fisionables especiales y otros, así como los servicios, equipo, instalaciones e información suministrados 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.

Los objetivos políticos de las salvaguardias son:

" Las salvaguardias son esencialmente un medio técnico para verificar si los Estados cumplen las obligaciones políticas contraídas al concertar los acuerdos internacionales relativos a los usos pacíficos de la energía nuclear." (20) Actualmente, la mayoría de estas obligaciones dimanar del Tratado de No Proliferación (TNP) y acuerdos análogos.

Los principales objetivos son:

- Garantizar a la comunidad internacional que los estados cumplen sus compromisos de no proliferación y de uso pacífico.
- Disuadir, a) de la desviación de materiales nucleares sujetos a salvaguardias hacia la producción de explosivos nucleares o hacia otros fines militares, y b) del uso indebido de instalaciones sujetas a salvaguardias con la finalidad de producir material nuclear no sometido a salvaguardias.

Los Estados concertan acuerdos de salvaguardia voluntariamente, y el OIEA no tiene facultad para aplicarlas, a no ser que el Estado en cuestión lo pida. La seguridad que proporcionan las actividades del OIEA, en su calidad de verificador independiente y objetivo, aumenta la confianza entre los Estados y contribuye a disminuir la inseguridad política, que es normalmente el principal motivo para procurarse armas nucleares.

Para que tengan un verdadero efecto disuasivo las salvaguardias, es preciso que las salvaguardias sean técnicamente aptas (y se vea que son aptas) para descubrir rápidamente la desviación. Es preciso que también verifique que el descubrimiento de una desviación acarrea castigos eficaces al país autor de la misma.

" La protección de los materiales y las instalaciones nucleares contra el apoderamiento por la fuerza, el robo, el terrorismo y otras actividades criminales incumbe al Estado." (21) Este no es el objeto de las salvaguardias internacionales, que están dirigidas contra el riesgo de proliferación (o de otras actividades proscritas) por parte de los Estados. De ello se deduce que la autoridad y las medidas requeridas por cada una de estas dos actividades son diferentes al igual que son sus objetivos y los criterios aplicados.

Así pues, en el plano internacional, los derechos del Organismo son exclusivamente los estipulados en el acuerdo con el Estado interesado.

Un Estado puede en cambio usar todo el poder y la autoridad a su disposición, incluida la policía y la fuerza militar, para proteger físicamente las instalaciones y el material nucleares y para recuperar cualquier material que haya sido desviado ilícitamente.

---

20. *Ibidem*, pág. 13

21. *Ibid.*, pág. 15

Análogamente, mientras que el Estado puede aplicar toda la fuerza de la ley para hacer que se cumplan sus leyes, las medidas que el OIEA puede tomar están expresamente limitadas por los correspondientes acuerdos de salvaguardia y por su Estatuto.

El objetivo técnico de las salvaguardias, según la definición que figura en los acuerdos concertados en virtud del TNP, es "descubrir prontamente la desviación de cantidades importantes de materiales nucleares de actividades nucleares pacíficas hacia la fabricación de armas nucleares o de otros dispositivos nucleares explosivos o con fines desconocidos, y disuadir de tal desviación ante el riesgo de su pronto descubrimiento."<sup>(22)</sup> Esta definición contiene dos expresiones que exigen una cuantificación: *cantidades importantes* de materiales nucleares y *descubrir prontamente* la desviación. También en este caso importa tener presente la diferencia de contenido de estos términos cuando se usan en relación con las medidas nacionales de protección física y cuando se emplean con respecto a las salvaguardias internacionales.

Un sistema nacional de protección física puede que haya de concebirse para descubrir actos ilícitos en cuestión de horas o incluso minutos. Además, la extracción ilícita u otro uso indebido de unos pocos gramos de plutonio puede ser importante por el riesgo que acaso signifique para la salud.

Como todo sistema internacional de salvaguardias tiene esencialmente por objeto disuadir a los Gobiernos de fabricar armas u otros explosivos nucleares, el descubrimiento en horas, o incluso minutos, de cantidades tan pequeñas como algunos gramos no es necesario ni puede exigirse razonablemente. En el caso de las salvaguardias internacionales, una cantidad importante es aproximadamente la cantidad de material nuclear que podría servir para fabricar un dispositivo nuclear explosivo. "Esta cantidad es de unos 8 kilogramos de plutonio o 25 kilogramos de uranio muy enriquecido."<sup>(23)</sup>

Análogamente, en el contexto de las salvaguardias internacionales, la expresión *descubrir prontamente* puede relacionarse con el tiempo necesario para transformar el material desviado en los componentes de un dispositivo nuclear explosivo (es decir, el tiempo de transformación). A continuación se describen con más detalle las medidas de salvaguardias aplicadas por el OIEA:

Incumbe a las autoridades nacionales competentes garantizar que los explotadores de las instalaciones cumplan las disposiciones del acuerdo de salvaguardia." Entre dichas disposiciones figura la de llevar registros apropiados y exactos y la de informar en tiempo oportuno y exactamente en una forma convenida" (24). Las autoridades nacionales deben asimismo velar por que la calidad de los medios y el equipo empleados en las instalaciones

---

22. Idem.

23. Idem

24. Idem

nucleares se mantengan a un nivel en consonancia con las últimas normas internacionales o semejantes. Las autoridades nacionales tienen además la responsabilidad de garantizar que se permita a los inspectores del OIEA el acceso a las instalaciones y a los materiales siempre que sea necesario y que se les preste la ayuda que requieran para desempeñar eficientemente sus funciones. Deben igualmente permitir a los inspectores del OIEA que apliquen medidas de contención y vigilancia en las instalaciones nucleares, y asistirlos en esa labor. En algunos casos la misma medida o dispositivo sirve para satisfacer tanto los requisitos de protección física nacionales como los de salvaguardias del OIEA.

Es necesario, que todo el material nuclear contenido en el ciclo del combustible de un país quede sujeto a las salvaguardias para que el OIEA pueda garantizar la inexistencia total de desviaciones dentro de ese Estado. "La expresión ciclo del combustible nuclear se refiere al sistema de instalaciones nucleares entre las que circula una corriente de materiales nucleares utilizados para producir energía nuclear."(25)

En todo estudio de salvaguardias es preciso admitir la posibilidad de que haya instalaciones no sujetas a las salvaguardias, la cual muestra la compleja variedad de los cauces de desviación de las distintas clases de materiales nucleares que han de analizarse.

La contabilidad de los materiales nucleares tiene por objeto determinar las cantidades de dichos materiales existentes en zonas determinadas y las variaciones de dichas cantidades que ocurren en períodos de tiempo determinados. "Los elementos esenciales son:

- El explotador identifica y cuenta o mide los materiales existentes en la zona de cuestión.
- El explotador lleva registros de todas las transacciones que afecten a esos materiales.
- El explotador redacta informes contables de dichas transacciones y los presenta al OIEA por mediación de sus autoridades nacionales.
- El OIEA verifica y analiza los datos que figuran en los informes, para determinar si son exactos y evaluar la magnitud de toda diferencia inexplicada, así como las causas de tal diferencia."(26)

Las medidas de contención y vigilancia son aquellas que, aprovechando las barreras físicas tales como muros, contenedores, depósitos o tuberías, sirven para restringir o controlar el movimiento de los materiales nucleares o el acceso a los mismos. Estas medidas contribuyen a reducir la probabilidad de los movimientos no detectados de equipo o materiales nucleares." Las medidas de contención y vigilancia pueden incluir el empleo de dispositivos, tales como precintos de identificación inequívoca, indicadores de interferencia, para tener la seguridad de que se detectará cualquier cambio habido en los materiales precintados."(27)

---

25. *Ibid*, pág. 21

26. *Ibid*, pág.

27. *Ibid*, pág. 27

Por vigilancia se entiende la observación humana y mediante instrumentos para detectar los movimientos no declarados de materiales nucleares, las interferencias con la contención, la elaboración de falsa información o las interferencias con los dispositivos de salvaguardia. La vigilancia puede incluir el empleo de cámaras automáticas a prueba de interferencias, o de otros dispositivos para detectar las alteraciones de la contención o para observar los cambios en el inventario de materiales. El personal de inspección puede desempeñar las mismas tareas, situándose de manera continua o periódica en puntos clave de observación.

La labor de inspección es esencial para aplicar las medidas de salvaguardia descritas anteriormente. La finalidad de las inspecciones es verificar la validez de la información que obra en poder del Organismo. La intensidad y frecuencia máximas de las inspecciones se especifican en los acuerdos de salvaguardia y varían según el tipo de instalación inspeccionada. Un cierto porcentaje de las inspecciones ordinarias puede efectuarse sin previo aviso.

El sistema de salvaguardias relacionado con el TNP distingue tres tipos de inspecciones.

- Las inspecciones ordinarias son para verificar si la información contenida en los informes presentados por los Estados concuerda con los registros contables y de operaciones que obran en poder del explotador.
- Las inspecciones ad hoc son para verificar la información presentada por los Estados sobre el diseño de nuevas instalaciones nucleares, el primer informe presentado por el Estado, también las que se efectúan para verificar el material antes de ser enviado al extranjero o después de recibirlo del extranjero.
- Las inspecciones especiales, cuando se dan circunstancias excepcionales, o bien para acopiar información adicional a la facilitada corrientemente por el Estado o a la obtenida por medio de las inspecciones ordinarias, cuando ésta se considera insuficiente.

### **3.4 PROTECCIÓN FÍSICA DE LOS MATERIALES NUCLEARES**

Los sistemas efectivos son requeridos para proteger los materiales nucleares de robo y sabotaje, ambos para los propósitos de no-proliferación y seguridad radiológica. Los gobiernos deberían respaldar la responsabilidad de asegurar que dichos sistemas son establecidos y operados apropiadamente. Pero también la protección física del material nuclear también concierne a la comunidad internacional.

Los objetivos de los sistemas de protección física del Estado son:

- a. Establecer condiciones las cuales minimizarían las posibilidades de movimientos no autorizados del material nuclear y/o sabotaje;
- b. Proveer información y asistencia técnica para mantener medidas rápidas y comprensivas del Estado para localizar y recuperar material nuclear perdido y cooperar con las autoridades de seguridad en la minimización de consecuencias radiológicas de sabotaje.

En cuanto a los objetivos del Organismo Internacional de Energía Atómica son:

- a. Proveer una serie de recomendaciones sobre los requisitos para la protección física del material nuclear en uso y almacenaje y durante el transporte. Las recomendaciones son provistas para la consideración de las autoridades competentes en los Estados. Dichas recomendaciones son una guía pero no son obligatorias para un Estado, y no influye en derechos de soberanía del mismo;
- b. Estar en una posición para aconsejar a las autoridades gubernamentales con respecto a sus sistemas de protección física a petición del Estado. La intensidad y forma de la asistencia requerida son asuntos que serán acordados entre los Estados y el Organismo.

Es necesario recalcar que la agencia no tiene responsabilidad ya sea para la provisión de un sistema de protección física de un Estado o para supervisión, control o implementación de dicho sistema. La asistencia será provista solamente a petición del Estado.

Para determinar el nivel de la protección física será implementado el material nuclear usado y almacenado, o durante la transportación serán tomados en la posibilidad de que el movimiento no autorizado de plutonio, uranio altamente enriquecido o uranio 233 podrían guiar a la construcción de mecanismos explosivos por un grupo técnicamente experto.

Esta jerarquía debería estar basada en el riesgo potencial del material que está siendo usado para un aparato nuclear explosivo, el cual depende por sí mismo sobre: el tipo de material, por ejemplo plutonio, uranio; composición isotópica, contenido o isotópicos fisibles; forma química y física; grado de dilución; nivel de radiación; cantidad. Por ejemplo:

- a. La protección de material nuclear con un nivel de radiación que exceda 1Gy/hr (100 rad/hr) a un metro sin blindaje, el cual está clasificado como categoría I o III, podría ser reducido un nivel abajo, determinado por el contenido fisible del material;
- b. El material nuclear que está en forma que no es usado por más tiempo para alguna actividad nuclear, minimiza las dispersiones en el medio ambiente y es prácticamente difícil de cubrir, podría ser protegido de acuerdo con el manejo prudente.

Para determinar los niveles de protección física en un lugar, el cual consiste de varios edificios, es posible que la autoridad gubernamental competente podría identificar parte del lugar el cual contiene material de una categoría diferente y es por eso protegida en un nivel diferente que el resto del lugar. A la inversa, la consideración podría necesitar ser otorgado para aumentar conjuntamente la cantidad total de material contenido en un número de edificios para determinar los acuerdos de protección apropiada para este grupo de edificios.



### **3.5 ACCIDENTES NUCLEARES DE GRAN IMPORTANCIA A NIVEL MUNDIAL**

#### **3.5.1 ACCIDENTE DE THREE MILE ISLAND, EN ESTADOS UNIDOS.**

A pesar de las numerosas medidas de seguridad, en 1979 llegó a producirse un accidente en la central nuclear de Three Mile Island, cerca de Harrisburg (Pennsylvania, EEUU).

Un error de mantenimiento y una válvula defectuosa llevaron a una pérdida de refrigerante . Cuando comenzó el accidente, el sistema de seguridad desconectó el reactor, y el sistema de emergencia para enfriamiento del núcleo empezó a funcionar poco tiempo después según lo prescrito. Pero entonces, como resultado de un error humano, el sistema de refrigeración de emergencia se desconectó, lo que provocó graves daños en el núcleo e hizo que se liberaran productos de fisión volátiles procedentes de la vasija del reactor. Aunque sólo una pequeña cantidad de gas radioactivo salió del edificio de contención, los daños materiales en la instalación fueron muy grandes, de unos 1.000 millones de dólares o más, y la tensión psicológica a la que se vio sometida la población, especialmente las personas que vivían cerca de la central nuclear, llegó a ser muy grave en algunos casos.

La investigación oficial sobre el accidente citó como causas principales del mismo un error de manejo y un diseño inadecuado de la sala de control, y no un simple fallo de equipo. Esto llevó a la entrada en vigor de leyes que exigían a la Comisión de Regulación Nuclear de EEUU que adoptara normas mucho más estrictas para el diseño y la construcción de centrales nucleares, y obligaban a las compañías eléctricas a ayudar a las administraciones de los estados y los condados a preparar planes de emergencia para proteger a la población en caso de que se produjera otro accidente semejante.

Mientras la industria y la Comisión de Regulación Nuclear evaluaban el accidente, la energía nuclear llegó a ser el segundo más grande recurso de electricidad en los Estados Unidos. Cerca de 109 plantas nucleares que operan ahora en este país tuvieron su licencia después del accidente.

El crecimiento en la capacidad de generación nuclear se vio abatida por el embargo petrolero de 1973, cuando como nación, los americanos cambiaron del petróleo al carbón y la energía nuclear para generar electricidad.

" En 1980 la energía nuclear reemplazó al petróleo como el segundo recurso más grande de electricidad en los Estados Unidos creciendo de un 4% en 1973 a 20% actualmente. " (30)

La cancelación de la planta no fue resultado del incidente de TMI, pero una brusca caída en el crecimiento de la demanda de electricidad empezó con el embargo petrolero de 1973.

Más de 200 plantas nucleares se cancelaron entre 1974 y 1991, cerca de la mitad de combustibles fósiles, y la otra mitad, de combustible nuclear, y éstos como utilidades no llegaron a ser tan indispensables para la generación de electricidad de lo que se hubiera esperado.

" La manutención pública para la construcción de nuevas plantas nucleares cayó en un 53% después del accidente, pero regresó al 49% a mediados de 1980."(31)

Un resultado de la opinión pública reciente (1992), encontró que 66% de aquellos votaron a favor de que el poder nuclear ha servido al país en los últimos 35 años, y 78% (en 1993) sintieron que debería quedar abierta la posibilidad de construir nuevas plantas nucleares.

Hay una fuerte correlación entre el mantenimiento público para la construcción de plantas nucleares y la percepción del público sobre la necesidad de un abastecimiento adicional de electricidad. En épocas de escasez percibidas, el mantenimiento de construcción de plantas se eleva. A la inversa, cuando el público siente que hay abastecimientos adecuados de electricidad, prefieren ahorrar la inversión en la construcción de las mismas.

Más de una docena de estudios independientes no han encontrado una correlación significativa entre la liberación de radiación y el cáncer en el área de TMI.

Los estudios incluyen:

- Un estudio de la Universidad de Columbia sobre los índices de cáncer dentro del área de TMI (10 millas) de 1975 a 1985.
- El Instituto Nacional de Cáncer hizo un estudio sobre los índices de muerte de cáncer en 107 países con facilidades nucleares, incluyendo a los del área de TMI, comparando los índices de muerte con sus similares en los países no nucleares.
- El Departamento de Salud de Pennsylvania está siguiendo el estudio de más de 51 mil personas dentro de las 5 millas del área de TMI, durante el accidente.
- Hay otros 11 estudios grandes.

El punto mayor que contaminó el medio ambiente fue el líquido que se liberó a través de la válvula de relevo del presurizador (falló al abrirse) al tanque de supresión (que se derramó), al pozo de contención, y después a la construcción auxiliar.

Los productos de fisión volátiles se vaciaron dentro de la construcción auxiliar cuando los diferentes tipos de yodo se retuvieron por filtros de ventilación no así los gases nobles, predominantemente xenón 133, que fueron transportados rápidamente a la atmósfera.

---

31. *Ibidem*.

"Durante las horas siguientes al mal funcionamiento, las actividades se confinaron al sitio. De cualquier modo, con el descubrimiento de una alta radioactividad en el sistema de refrigeración del reactor cerca de las 7:00 AM, se declaró un estado de emergencia. La Defensa Civil de Pennsylvania fue notificada y la agencia inmediatamente contactó al Buró de Protección Radiológica y al Departamento de Recursos Ambientales de Pennsylvania (PDER por sus siglas en inglés). A las 7:25 AM aproximadamente, el PDER mandó operaciones de emergencia al Buró de Protección Radiológica y estableció comunicación directa con el cuarto de control del reactor.

A las 7:30 aproximadamente, se declaró Emergencia General basada en los altos niveles de radiación en el edificio del reactor. La Región I del NRC (Comisión de Regulación Nuclear por sus siglas en inglés) en Filadelfia, fue notificada a las 7:45 AM; el Centro de Respuesta del Incidente de la Región I se activó y las comunicaciones directas se establecieron desde TMI hasta las oficinas centrales de Inspección y Reforzamiento del NRC. Un equipo de éste se remitió a las 8:45 AM y llegó al sitio a las 10:05 AM."<sup>(32)</sup>

Después de considerar varias propuestas para la estimación del cañón de radioyodo por miembros de la población, el PDER y NRC conjuntamente decidieron llevar un grupo completo y monitorear directamente a la gente. Por lo tanto, durante el período del 10 al 18 de abril un contratista fijó un contador completo móvil en Middletown Town Hall, y cerca de 721 residentes fueron contados.

De forma adicional a los varios esfuerzos directamente relacionados a las intermediaciones del lugar, el PDER llevó a cabo una cantidad considerable de encuestas que monitorearon los productos alimenticios que se distribuyeron en el área de Harrisburg debido a las demandas de los clientes al distribuidor.

En general, la mayoría de las exposiciones se acumularon durante la primera semana.

Con el conocimiento de que las liberaciones contenían primariamente xenón 133 y secundariamente yodo 31, la importancia de las muestras de otras consecuencias ambientales disminuyó, excepto las necesitadas para la seguridad del público. La respuesta, de cualquier forma, fue minuciosa y oportuna.

El radioyodo se detectó en pocas muestras importantes de pasto hasta el 12 de abril, mientras que el episodio inicial de presencia de yodo en la leche de vaca había pasado y terminado al mismo tiempo.

---

32. Ibid, pág. 9.

El punto final importante de la cadena alimenticia es el hombre. 721 residentes locales no mostraron rastros importantes de yodo 131. Las exposiciones potenciales de la población en el área de TMI incluyeron radiaciones externas beta y gamma por los isótopos de yodo y xenón, así como la inhalación de los mismos y la ingestión de yodo 131 en la leche. La contribución predominante a las dosis de la población foránea fue la radiación externa gamma de los isótopos de xenón y la mayoría de las exposiciones se dieron en los primeros días después del accidente.

Dos tipos de dosis estimadas eran de interés. La primera es una dosis integrada (mrem) individual en el período de incremento de la exposición. La segunda es la dosis colectiva a la población entera. Concluyeron que los individuos localizados al aire libre en la primera semana después del accidente en las regiones de River Susquehanna habían recibido una dosis de 100 mrem. En las zonas aledañas había islas. Estaban inhabitadas durante el período después del accidente, excepto por un individuo que estuvo 9 horas en una de ellas a 1.1 millas del lugar donde la exposición acumulativa según el grupo Ad-Hoc era mayor a 200 mR. Durante este tiempo, el individuo recibió una dosis estimada de 35 mrem.

Desde el punto de vista de documento sobre las dosis colectivas, se enfatizaron tres factores: a) había un número relativamente pequeño de estaciones monitoras en el lugar desde el inicio del episodio; b) una porción sustancial de la exposición ocurrió el primer día importante en la evolución del programa de monitoreo regular aéreo, y c) la mayoría de las exposiciones se habían dado antes del despliegue expansivo de dosímetros (NRC). Ninguna cantidad de datos manipulados puede cambiar estos hechos. En vista de estas limitaciones, hay un buen acuerdo entre las diferentes dosis estimadas.

Desde que los niveles de yodo en la comida y la leche se encontraron como mínimos y desde que ningún nivel de yodo se encontrara en las personas monitoreadas por contaminación interna, esta ruta potencial de exposición no contribuyó de manera importante a las dosis de población.

El Grupo Ad-Hoc consideró que la dosimetría de isótopos inhalados había mostrado que la dosis atribuida a los pulmones debido a esta ruta de exposición podría haber sido solamente una fracción de la dosis total de las irradiaciones gamma externas.

El otro medio potencial de dosis/efecto en la población de TMI fue la dosis a la piel debido a los isótopos de xenón. Desde que esta dosis causó preocupación a algunos científicos, se concentró la atención a esto. Otra vez, el Grupo Ad-Hoc consideró la dosimetría y se basó en la mejor información disponible, concluyendo que las dosis a la piel de radiaciones beta y gamma era un factor de 3.8 veces más de la dosis de gamma permitida. De todas maneras, la dosis máxima pudo haber sido de 380 mrem.

Una manera de evaluar el impacto de las exposiciones de la población por el accidente de TMI es comparando la dosis para un individuo, por otras circunstancias, expresando la misma dosis. Por ejemplo, menos de 100 mrem de dosis acumuladas de la liberación del accidente de TMI es la máxima exposición hipotética individual igual a la de los aproximadamente 90 mrem de la dosis de radiación externa del ambiente natural del área de Harrisburg. La exposición individual máxima a TMI se fue al doble en 1979.

Hay un número de formas en las cuales la gente experimenta cambios en el ambiente. Algunos ejemplos comparables al ambiente de Harrisburgh:

Cuando el accidente no había ocurrido, el número de cánceres fatales que podría haber sido lo normalmente esperado en esta población sería aproximadamente de 325,000.

Hay pocos científicos que creyeron que los modelos de riesgo utilizados por el Grupo Ad-Hoc sobreestimaban el riesgo de los efectos de los bajos niveles de radiación. Este grupo pronosticaría arriba de 10 muertes por cáncer adicionales para esta población.

"Usando las estimaciones de producción de cáncer de piel provistos por el UNSCEAR, el Grupo Ad-Hoc calculó que el incremento en los cánceres fatales de piel de la población de TMI sería aproximadamente de 0.01. Así, el impacto en la salud de las dosis sobre la piel de las radiaciones beta y gamma es una fracción pequeña de la estimada por las exposiciones del cuerpo totalmente y se pierden en la incertidumbre de las estimaciones de las exposiciones externas a los rayos gamma." (32)

### **3.5.2 EL ACCIDENTE DE CHERNOBYL, EN UKRANIA**

En abril de 1986 se decidió utilizar la planta de energía de Chernobyl para un experimento de energía eléctrica que debía efectuarse en el conjunto de la turbina y el generador, que es la máquina mediante la cual se convierte la energía del vapor en electricidad. El propósito era el de desarrollar un sistema que permitiera aprovechar la inercia rotatoria de la turbina y el generador para hacer funcionar bombas de agua, en caso de una interrupción de la energía eléctrica. La única función del reactor era la de llevar a la turbina y el generador a la velocidad de régimen, antes de iniciar el experimento con el reactor, no se hallaban presentes los expertos de esta rama. Los ingenieros eléctricos supervisaban el trabajo experimental, mientras los operadores normales se ocupaban del funcionamiento del reactor.

El inicio del experimento se había programado para las 13 :0000 horas de abril, pero inesperadamente surgió la necesidad de contar con la producción de electricidad de la planta, con lo cual dicho inicio se demoró hasta las 23 :00 horas. En ese momento, el nivel de energía del reactor se redujo al que se deseaba para el experimento, pero en sus prisas por recuperar el tiempo perdido, los operadores redujeron la potencia demasiado rápidamente.

Los reactores presentan una característica peculiar: si se paran aparece un veneno que absorbe neutrones y que impide que se vuelvan a arrancar salvo después de transcurridas varias horas.

---

32. *Ibid*, pág. 11

La reducción demasiado rápida de la potencia determinó una acumulación de este veneno, que hacía difícil aproximarse, por mucho al nivel de energía deseado, que era el 25% de la capacidad total (la cuarta parte del nivel de potencia que se había planeado para el experimento). En este nivel de potencia tan bajo, el operar bajo estas condiciones iba estrictamente en contra de las reglas de la planta.

No obstante, a la 1:00 de la mañana (del 26 de abril) supervisores decidieron proseguir con el experimento. Como parte de éste, a la 1:05 se arrancaron bombas de agua adicionales; estas eran las que se tenían que accionar mediante la energía rotatoria del conjunto de la turbina y el generador, en caso de presentarse una falta en el suministro de energía eléctrica. Al parecer, nadie se dio cuenta de que con esto se aportaba un excesivo flujo de agua para el reactor, en este bajo nivel de potencia. De hecho las reglas prohibían tal cantidad de flujo de agua que se incrementara todavía más. Puesto que el agua hace las veces de un veneno, este flujo adicional obligó a retirar las barras de control manuales. Con esto, el reactor quedó en una condición tal que, de ocurrir una interrupción del agua, pasaría a un estado de criticidad instantánea, lo cual significa que la potencia se elevaría muy rápidamente, duplicándose cada segundo aproximadamente. La operación de cualquier reactor en tales condiciones está estrictamente prohibido, pero al parecer en la planta de Chernobyl ignorar las reglas no se consideraba una transgresión grave.

A las 1:22 se interrumpió el flujo de agua adicional que se había iniciado a la 1:19, pero puesto que tiene que transcurrir uno o dos minutos para que esto afecte las condiciones del reactor, no se reinsertaron de inmediato las barras de control manuales. Prosiguió, pues la extremadamente peligrosa condición de operación. A la 1:22 una computadora imprimió la advertencia en el sentido de que las condiciones del reactor eran inseguras y que este se debía parar de inmediato, pero el operador decidió ignorar el mensaje, lo cual constituye una violación muy grave. Resulta difícil comprender porque le hizo caso omiso, pero no lo sabremos ya que murió en el accidente. A la 1:23 comenzó el experimento.

Uno de los efectos de este fue que se desaceleraran las bombas de agua que se habían arrancado a la 1:05 de la mañana - su acondicionamiento eléctrico normal se había cortado, y eran impulsadas mediante la inercia rotatoria de la turbina y el generador. La desaceleración de estas bombas redujo el flujo de agua que entraba al reactor, lo cual hizo que se convirtiera en vapor una mayor cantidad del agua de los tubos de combustible. Otro de los efectos del experimento fue el de interrumpir el flujo del vapor hacia la turbina - esto debía seguir girando únicamente por inercia- lo cual incrementa la cantidad de vapor que queda dentro del reactor. Todos los reactores cuentan con un mecanismo de cierre, una traba, que de manera atómica detiene la reacción en cadena cuando se corta el suministro de vapor hacia la turbina, pero dicho mecanismo había sido desconectado (al igual que muchos otros), por las exigencias del experimento. En esos momentos la reducción de agua que se había iniciado a la 1:22 comenzó a ejercer su efecto por lo cual se incremento aún más la cantidad de vapor en el interior del reactor.

Puesto que el agua es un veneno, la conservación de esta en vapor reduce más la cantidad de veneno que hay dentro del reactor y ello a su vez, hace que se acelere la reacción en cadena. Reaccionando ante esto, las barras de control automático se metieron totalmente hasta adentro, que es la forma en que se obtiene en efecto máximo que puede proporcionar para reducir la potencia; pero la reacción en cadena seguía acelerándose, acentuada por la inestabilidad frente al incremento de la temperatura, como se explicó líneas arriba. El aumento de la temperatura hacía que se convirtiera en vapor una mayor cantidad de agua, lo cual aceleraba aún más la reacción en cadena y la temperatura igualmente se elevaba cada vez más.

De no haberse retirado previamente las barras de control manuales, no hubiera habido problema alguno, pero desafortunadamente ya no había tiempo para insertar. A la 1:23 se dio la orden de introducir las barras de control para un paro de emergencia. Sin embargo debido a cierto aspecto cuestionable de su diseño, su inserción era cuatro veces menos rápida que la correspondiente en los reactores estadounidenses. Antes de que pudieran llegar hasta el fondo, quedaron bloqueadas por daños que ya habían ocurrido. Algunos de los tubos se habían reventado. La velocidad de la reacción en cadena seguía elevándose por momentos, y no había modo de detenerla. En un reactor estadounidense, la interrupción del agua hubiera significado la pérdida del moderador, que hubiese detenido la reacción en cadena; pero el reactor de Chernobyl el moderador de grafito aún se hallaba en su lugar.

La velocidad de la reacción en cadena y por ende, la tasa a la que se producía calor, alcanzó cien veces los valores para los cuales se había diseñado el reactor.

Las temperaturas muy altas hacen que las cosas se derritan y se vaporicen. Con esto se crean presiones que pueden causar explosiones muy violentas; haciendo también, que el agua reaccione con los metales, formando el hidrógeno explosivo. Nadie puede saber exactamente que fue lo que ocurrió dentro del reactor, pero lo cierto es que a la 1:24 de la mañana hubo dos fuertes explosiones y se observaron materiales ardientes que salían volando desde la parte superior del edificio del reactor. Por supuesto estas dos explosiones no fueron detonaciones de bombas nucleares se requiere de un uranio mucho más altamente enriquecido que aquel que se emplea en las plantas de energía.

En ese momento, el problema más inmediato era el de extinguir los incendios, específicamente porque en el mismo edificio había otro reactor que se hallaba en peligro inmediato. Alrededor de la 1:30 de la mañana, llegaron bomberos de las ciudades cercanas de Pripyat, Chernobyl, y hacia las 3:54 ya se había extinguido los incendios más peligrosos. A las 5:00 de la mañana se había apagado el incendio del edificio y el otro reactor había sido parado. Los dos reactores de un edificio contiguo continuaron en operación durante otras 20 horas, en espera de que llegara el permiso desde Moscú para pararlos. Al cabo de unos cuantos meses volvieron a ponerse en funcionamiento.

Los bomberos desplegaron un gran heroísmo en la extinción de los fuegos. Recibieron dosis de radiación muy altas, provenientes, en gran medida de la radiactividad que se les pegaba el cuerpo. Además, sufrieron quemaduras térmicas y químicas. Muchos de ellos fallecieron posteriormente. Los efectos más graves debidos a los rayos beta que irradiaron su piel, se hubieran podido evitar de haber contado con las vestimentas de protección que de manera rutinaria se utiliza en las plantas estadounidenses cuando es preciso habérselas con contaminación radiactiva. De hecho, algo que en mucho habría ayudado hubiera sido por lo menos limpiar las partes del cuerpo de esos hombres que quedaron expuestas a los materiales radiactivos que se les adherieron a la piel.

El siguiente problema fue el grafito del interior del reactor que seguía ardiendo. Químicamente el grafito no es muy distinto del carbón y constituye un buen combustible. Recuérdese que la radiactividad de un reactor es peligrosa principalmente cuando se dispersa en el ambiente, en forma de un polvo fino.

Sería difícil idear un método de dispersión más eficiente que el de sumir la radiactividad en un incendio muy candente, que mande una columna de humo a una gran altura en la atmósfera. El polvo radiactivo salía del edificio junto con ese humo. Era preciso hacer algo para extinguir el incendio del interior del reactor.

Primero, los bomberos trataron de bombear agua hacia adentro del reactor, pero esto no tuvo éxito. Luego decidieron lanzar materiales desde helicópteros. Del 28 de abril al 2 de mayo, se arrojaron sobre el reactor 5 000 toneladas de compuesto de boro, dolomita, arena, arcilla y plomo. Se utilizó el boro, porque éste absorbe neutrones vigorosamente y, así detiene una reacción en cadena. El plomo se derrite fácilmente, y tenía la esperanza de que fluyera a la parte superior para que no entrara el aire y de esta manera detener la combustión.

La dolomita, la arena y la arcilla eran para sofocar el fuego. Los pilotos de los helicópteros tuvieron que volar por dentro de la columna ascendente de polvo radiactivo, por lo que muchos de ellos quedaron expuestos a fuertes dosis de radiación que posteriormente resultaron fatales. Gracias a su heroísmo, hacia el 6 de mayo la descarga de polvo radiactivo disminuyó abruptamente.

Muchos de los bomberos y pilotos de los helicópteros, así como algunos e trabajadores que se hallaban en el interior de la planta, recibieron dosis de radiación de más de un millón de milirem. En total, perecieron 31 hombres, dos de ellos murieron de inmediato a consecuencia de las explotaciones y el resto a causa de quemaduras y de la enfermedad de la radiación. Según afirmaron miembros del grupo de médicos soviéticos que efectuaron una gira por los Estados Unidos, ninguna persona se salvó, merced a los trasplantes de médula ósea que llevó a cabo un doctor estadounidense invitado con tal propósito, y a quien se le había hecho una gran publicidad.



Por más que estos fallecimientos entre los trabajadores de la planta hayan sido terriblemente trágicos, tal vez vale la pena señalar que en Estados Unidos ocurren en promedio 50 decesos diarios por accidentes ocupacionales, y que el hecho de que en un solo accidente mueran más de 31 trabajadores es cosa que sucede con frecuencia en las minas de carbón.

“ No ha habido pruebas directas de que algún miembro del público haya sufrido daños a consecuencia del accidente de Chernobyl, pero si se registraron dosis sustanciales de radiación. La ciudad de Pripjat, con una población de 45 000 habitantes que en su mayoría son familias de los trabajadores de la planta, ocupa una extensión que va desde las cercanías de la nucleoelectrica hasta unos 3.5 km de ella. Sin embargo, las dosis en esa área fueron únicamente de unos 300 mrem, en promedio, debido a que las materias radiactivas que salieron desprendidas a la atmósfera no descendieron con la rapidez suficiente como para afectar a las personas que vivían cerca. Las dosis más fuerte, de 50 000 mrem en promedio, las recibieron las 16 000 personas que vivían entre los 2.5 y los 10 km de distancia. Las 8 200 personas que residían a distancias de 10 a 15 km también fueron afectadas por dosis sustanciales, de 35 000 mrem. Todas estas personas, 135 000, fueron evacuadas en el transcurso de los primeros días, con objeto de evitar que siguieran quedando expuestas al material radiactivo que se había depositado en el suelo, así como a aquel que aún arrojaba el reactor.

En el caso de los que recibieron la dosis era más fuerte, de 50 000 mrem en promedio, el riesgo de que fallecieran de cáncer de aproximadamente el 4%, con lo cual su riesgo total de perecer a causa de esta enfermedad se elevaba del 20% que es lo normal, al 24%. Esta variación es inferior a la que se registra, en cuanto al hecho de contraer cáncer, por vivir en distintos estados de Estados Unidos. Un grupo de científicos soviéticos ha manifestado que existe el plan de llevar un cuidadoso seguimiento de estas personas que tan afectadas resultaron, para determinar cuántos cánceres aparecen en realidad.

Durante los dos primeros días tras el accidente, los vientos llevaron el polvo radiactivo hacia Finlandia y Suecia. El tercero y cuarto días, el viento cambió y lo trasladó hacia Polonia, Checoslovaquia, Austria y el norte de Italia. Luego volvió a cambiar hacia al sur, y depositó el material sobre Rumania y Bulgaria.

Todas las personas del mundo quedaron expuestas a la radiación externa debida a los gases radiactivos y al polvo suspendido en el aire y que después se depositó en el suelo. También se vieron afectadas de manera interna, por la inhalación de esas materias o por la ingestión de alimentos contaminados por ellas. Las dosis medidas de radiación que recibió el público durante el primer año desde el acaecimiento del accidente, expresadas en milirem, fueron : 76 en Bulgaria, 67 en Austria, de 40 a 60 en Grecia, Rumania y Finlandia, de 30 a 40 en Yugoslavia, Checoslovaquia e Italia, de 20 a 30 en la URSS, Polonia, Suiza, Hungría, Noruega y Alemania Oriental, de 10 a 20 en Suecia, Alemania occidental, Turquía e Irlanda y menos de 10 en el resto del mundo. Obsérvese que en ningún país la dosis fue superior a la cuarta parte de la que provino de la radiación natural durante ese año.” (34)

Así vemos que la seguridad nuclear implica un gran compromiso tanto de la central misma, como del gobierno para evitar sucesos tan deplorables como el de Chernobyl, y también para darse cuenta de la importancia de contar con un marco teórico seguro que enfatice los estándares óptimos de seguridad nuclear en el mundo.

En el caso de México podemos percatarnos de la importancia de la energía nuclear en el abastecimiento eléctrico a todo el mundo, por ende es vital reconocer la existencia de órganos que están directamente involucrados en el uso, manejo y explotación de la energía nuclear.

CAPITULO 4  
ENERGÍA NUCLEAR  
EN MEXICO

## **4.1 INSTITUCIONES NUCLEARES EN MÉXICO**

### **4.1.1 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

Desde su creación, el compromiso del ININ ha sido realizar investigación en los campos de las ciencias y tecnologías nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados, a fin de vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

Mediante su desarrollo científico, el ININ contribuye con estudios en la frontera del conocimiento. Además utiliza la infraestructura y experiencia obtenida, con el propósito de aplicarlas en materia de protección ambiental. Asimismo, realiza investigación y desarrollo de alta tecnología a universidades, institutos de investigación e industria, a la vez que fortalece sus servicios de alta tecnología para fomentar el desarrollo de centros nacionales, únicos en el país.

El 26 de enero de 1979, nació el Instituto Nacional de Energía Nuclear, organismo público descentralizado del Gobierno Federal, creado conforme a la Ley Reglamentaria en materia nuclear del artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos.

“ El Instituto cuenta con instalaciones de carácter único en el país, como son: un reactor de investigación Triga Mark III, un irradiador industrial de Cobalto 60, una plata piloto de fabricación de combustible nuclear, una planta de producción de radioisótopos y un centro de metrología de radiación ionizante.

En el ININ hay dos aceleradores, uno de iones positivos y otro de electrones. Tiene laboratorios especiales de calificación de equipo, plasmas y de análisis cuantitativo multielemental. Además, se brindan servicios de apoyo como ingeniería, informática y documentación. “(35)

Inicialmente los temas abordados se enmarcaron únicamente en ciencias y tecnologías nucleares. Sin embargo, como subproducto de esos avances se han puesto en marcha técnicas aunadas a la especialización del personal, que han permitido abordar problemas fuera del ámbito nuclear. Por ejemplo, en el área ambiental, de nuevos materiales y recursos energéticos.

---

32. ININ. *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*. 1993. Pág. 3

Algunas actividades que únicamente se llevan a cabo en este Instituto son: producción de materiales radiactivos, destinados a la medicina nuclear y a la industria; esterilización y descontaminación de materias primas y productos terminados mediante radiación gamma, para la industria alimentaria y de manufactura; dosimetría personal aplicada a compañías e instituciones relacionadas con el manejo de materiales radiactivos; recolección, tratamiento y almacenamiento de desechos radiactivos de origen médico e industrial.

MISIÓN
--------

" La misión del Instituto es contribuir como Laboratorio Nuclear a la investigación y desarrollo de las ciencias nucleares y sus aplicaciones, realizando investigación de excelencia y proporcionando servicios de calidad además de contribuir a la formación de investigadores de alto nivel " (36)
--

El Instituto cuenta con las siguientes áreas de investigación:

- Desarrollo científico  
Se abordan temas de actualidad en investigación científica, que permiten al ININ efectuar contribuciones al conocimiento, en líneas de investigación de frontera, entre las que se encuentran: Nuevos Materiales y Fuentes Alternas de Energía.
- Estudios de Protección Ambiental  
Se aplican técnicas innovadoras, que constituyen un subproducto de las áreas de desarrollo científico, a fin de abordar dos grandes áreas de estudio: la primera es la destrucción de residuos hospitalarios infecciosos y la degradación de sustancias orgánicas peligrosas; la segunda es el diagnóstico de contaminantes de agua, aire y cualquier materia que los contenga.
- Transferencia Tecnológica y Científica  
Involucra estudios y desarrollo de alta tecnología mediante la planeación y diseño de la fabricación de ensambles de combustible; cálculos para determinar el enriquecimiento y la distribución óptima de los ensambles en el núcleo de un reactor así como análisis probabilísticos de seguridad que apoyan tanto la programación de mantenimiento preventivo como las actividades de recarga en la Central Laguna Verde.
- Centro de Información y Documentación Nuclear  
Proporciona servicios bibliográficos al personal del ININ, así como a usuarios externos, procedentes de instituciones de educación superior. Funge como oficina de enlace, recolectando, analizando y capturando documentos sobre los usos pacíficos de la energía nuclear para su ingreso a la base de datos del sistema.

---

36. Ibidem.

- Cooperación Técnica

El ININ efectúa y promueve la cooperación técnica con instituciones nacionales e internacionales en el ámbito del desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares.

El esquema de organización del Instituto es:

◆ DIRECCIÓN CIENTÍFICA

- Gerencia de Ciencias Básicas

a) Física

b) Química

c) Biología:

i) Genética celular

ii) Genética microbiana

iii) Genética molecular

iv) Drosophila

v) Cuartos de cultivo

- Gerencia de Ciencias Ambientales

a) Estudios del ambiente

i) Trazas nucleares

ii) Isotopía ambiental

iii) Química ambiental

iv) Fluorescencia de rayos X

v) Aplicaciones de Plasma Térmico

vi) Degradación por descargas de electrones

b) Física de radiaciones

i) Reacciones Nucleares y estructura nuclear

ii) Fuentes de neutrones rápidos

iii) Microanálisis con técnicas nucleares

- Gerencia de Ciencias Aplicadas

a) Sistemas Nucleares

b) Automatización e Instrumentación

c) Matemáticas Aplicadas

- Gerencia de Ciencia de Materiales

a) Departamento de Estudios y Desarrollo

b) Departamento de Caracterización de Materiales

c) Departamento de Material Nuclear

◆ DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

- Gerencia de Tecnología Nuclear:

- a) Departamento de Análisis Químicos
  - i Sección de técnicas analíticas convencionales e instrumentales
  - ii Sección de técnicas espectroquímicas
  - iii Sección de análisis por activación

- Departamento del Reactor

- Esterilización de alimentos

- Gerencia de Seguridad Radiológica

- Gerencia de Ciencias de la Salud

- a) Materiales Radiactivos

- Centro de Metrología de Radiaciones Ionizantes

- a) Laboratorio secundario de calibración dosimétrica

- b) Laboratorio de patrones radiactivos

- c) Laboratorio de dosimetría personal

- Gerencia de Proyectos de Innovación Tecnológica

- ◆ DIRECCIÓN DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS

- Gerencia de Informática

- Gerencia de Ingeniería

- Gerencia de Servicios de Laguna Verde

- Gerencia Interinstitucional

#### **4.1.2 COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS**

La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas depende de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, " ejerce las siguientes funciones:

A) Establecer normas para que en el desarrollo de la industria nuclear se garantice la seguridad de los habitantes del país.

- B) Vigilar que se cumplan en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos las disposiciones legales y los tratados internacionales de los que México es signatario, en materia de seguridad nuclear, física, radiológica y salvaguardias.
- C) Revisar, evaluar y autorizar las bases para el diseño, construcción, operación. Modificación y la documentación de plantas e instalaciones nucleares.
- D) Establecer y manejar el sistema nacional de contabilidad y control de materiales nucleares.
- E) Establecer normas de seguridad nuclear, física y radiológica y salvaguardias para el buen funcionamiento de las plantas e instalaciones nucleares del país.
- F) Establecer las normas de protección radiológica para la importación y el transporte de materiales radiactivos, otorgar su conformidad para la autorización de las importaciones conforme a los artículos 17 y 30 de esta ley y supervisar el debido cumplimiento de las normas que dicte. "(37)

La autoridad máxima es el Consejo Consultivo presidido por el Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial e integrado por representantes designados por los Secretarios de Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Marina, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comunicaciones y Transportes, Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Salubridad y Asistencia, Trabajo y Prevención Social así como representantes de otras dependencias involucradas directamente a las que se invite.

El funcionario responsable de la institución es el Secretario Técnico, cuya función " es dirigir el organismo para alcanzar el objetivo de satisfacer las necesidades normativas en materia de seguridad nuclear y radiológica, a través del cumplimiento de las funciones designadas por la Ley, así como administrar el patrimonio del organismo, llevar a cabo los acuerdos que se tomen en el Consejo Consultivo y mantener relaciones con entidades similares de otros países." (38)

Antes de señalar las funciones de cada dependencia, conviene mencionar que 1982 desapareció la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial y se creó la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP); desde entonces, la CNSNS depende de la Secretaría de Energía. En 1983 se hizo una reestructuración, en la que se agruparon los departamentos independientes en tres Gerencias.

" Los grupos de apoyo directo al Secretario Técnico tienen los objetivos y funciones que se resumen a continuación:

---

37. Vélez, Carlos. *50 años de la energía nuclear en México*. Pág. 46

38. *Ibidem*



**ASESORES:** Tienen como objetivo proporcionar cuando se requiera, la asesoría técnica especializada para los problemas específicos que se presenten en las diferentes dependencias de la Comisión. Como funciones, efectúan los estudios necesarios para cada problema específico, emiten opiniones técnicas sobre los proyectos, asesoran las áreas de trabajo y evalúan los informes de evaluación de seguridad de las instalaciones nucleares.

**ASESORES LEGALES:** Asesorar jurídicamente a los funcionarios y dictaminar respecto a las consultas que se le formulen en relación con los ordenamientos y asuntos de competencia de la Comisión. Funciones: Colaborar en la elaboración de anteproyectos de leyes, reglamentos, decretos y acuerdos que se le encomienden, así como dar contenido jurídico a las decisiones, compilar leyes, reglamentos, acuerdos, etc. relacionados con la materia, representar a la institución en juicios y procedimientos legales, emitir opinión respecto a los contratos y convenios que se establezcan.

También fomentan las relaciones con organismos similares de otros países y con el OIEA. Establecen y mantienen los canales de comunicación con las instituciones extranjeras vinculadas con las funciones de la Comisión, participan en el análisis y elaboración de acuerdos y convenios con organismos extranjeros, y finalmente, se mantienen informados de los eventos internacionales de interés.

**COORDINADOR DE PROYECTO C.L.V:** Lograr que la Construcción de la Central de Laguna Verde se desarrolle conforme a las normas de seguridad establecidas, se ajuste al diseño aprobado e incluya las mejoras técnicas convenientes. Funciones; servir de enlace entre la Comisión y la Comisión Federal de Electricidad para la coordinación de las reuniones técnicas de evaluación y el intercambio de información técnica; efectuar el seguimiento de las actividades internas correspondientes al licenciamiento de la Central Laguna Verde.

**DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO:** Prestar los servicios de apoyo para que se cumplan las funciones sustantivas de la Comisión conforme a los programas establecidos, suministrando los bienes y servicios con oportunidad. Funciones; elaborar el presupuesto anual y someterlo a consideración del Secretario Técnico, seleccionar y contratar al personal, manejar la nómina, la contabilidad y todas las gestiones para suministro de bienes y servicios.

**GERENCIA DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES NUCLEARES:** Verificar que en el diseño de instalaciones nucleares se incluyan las características de ingeniería que garanticen condiciones de seguridad aceptables para que el público, el personal de operación y el medio ambiente no se vean dañados por la construcción, operación y desmantelamiento de dichas instalaciones. Funciones; estudiar y evaluar las solicitudes de permiso de construcción y de licencia de operación, así como los informes de seguridad que se reciban, para determinar si se cumple con las normas, reglamentos, guías, acuerdos internacionales y demás requisitos de seguridad aplicables, tanto en su diseño como durante la construcción. Promover y realizar la

investigación necesaria en las áreas de seguridad nuclear más importantes y planear el entretenimiento del personal de la Gerencia

**DEPARTAMENTO DE EVALUACION:** Evaluar el diseño de las instalaciones nucleares que se pretenda establecer en el país, a fin de determinar si reúnen las condiciones de seguridad establecida por la normativa técnica vigente. Funciones; estudiar, analizar y evaluar las solicitudes de permiso de construcción, licencias de operación, informes de seguridad, modificaciones de diseño para determinar si se cumple con las especificaciones de seguridad aplicables. Verificar que en cualquier condición de operación del reactor no se excederán los límites establecidos para las normas vigentes de protección del público y del medio ambiente; elaborar los informes de evaluación para las instalaciones bajo estudio.

**DEPARTAMENTO DE ESPECIALIDADES NUCLEARES:** Contar con juicios técnicos independientes respecto a aspectos específicos de la seguridad de las instalaciones nucleares sujetas a evaluación. Funciones; proporcionar apoyo técnico al Departamento de Evaluación, mediante análisis y cálculos para verificar que las especificaciones técnicas satisfagan los criterios y valores establecidos por las normas aplicables, empleando para ello los códigos de cómputo más modernos.

**DEPARTAMENTO DE NORMAS Y REGLAMENTOS:** Disponer de reglamentos que fijen las bases para el cumplimiento de las medidas de seguridad nuclear, radiológica, física y ecológica, así como de normas de ingeniería aplicables a instalaciones que usan materiales nucleares y/o radiactivos. Funciones; recopilar la información normativa nacional, extranjera e internacional aplicable al campo nuclear. Coordinar la elaboración de proyectos de reglamentos y de normas cuyo contenido técnico elaboren las áreas involucradas, proporcionar al Secretario Técnico y al personal de la institución la información sobre códigos, normas y reglamentos que soliciten, así como el servicio de biblioteca.

**GERENCIA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA:** Promover el establecimiento de normas y reglamentos de seguridad radiológica y vigilar su cumplimiento en el uso, manejo y desecho de materiales radiactivos así como durante las diferentes etapas del ciclo de combustible nuclear. Funciones; proponer programas de trabajo, establecer los lineamientos a que deben sujetarse para el funcionamiento de los departamentos y vigilar su realización. Asesorar en materia de seguridad radiológica a los organismos e instituciones oficiales que lo soliciten y participar en la evaluación de planes de emergencia para instalaciones nucleares.

**DEPARTAMENTO DE EVALUACION Y LICENCIAMIENTO:** Lograr que todas las instalaciones donde se use, almacene, maneje o deseche material radiactivo cuente con la autorización o licencia que les corresponda por cumplir con las normas de seguridad radiológica. Funciones; evaluar las solicitudes de licencia para posesión, uso, almacenamiento, transporte y desecho de materiales radiactivos y dictaminar en consecuencia, así como respecto a las solicitudes de conformidad para importación de material radiactivo. Evaluar las condiciones de seguridad radiológica en la operación de instalaciones nucleares.

**DEPARTAMENTO DE AUDITORIAS:** Verificar que el uso de material radiactivo se realice bajo las condiciones de seguridad establecidas en la licencia y conforme a las normas y reglamentos aplicables. Funciones; Elaborar y actualizar protocolos para la realización de auditorías a usuarios de material radiactivo, programarlas, ejecutarlas y evaluar los resultados para preparar los dictámenes correspondientes. Auxiliar durante los accidentes radiológicos y actualizar los funcionamientos para su atención.

**LABORATORIOS DE APOYO Y MANTENIMIENTO:** Satisfacer las necesidades internas de servicios analíticos, pruebas, muestreos, estudios, mediciones, etc. que requieran los departamentos de la Gerencia para el cumplimiento de sus funciones, así como las de mantenimiento y calibración de los instrumentos para medición de la radiación. Funciones; realizar todas las pruebas, mediciones, análisis, etc. que se soliciten, evaluar las técnicas para vigilancia radiológica personal y ambiental que se emplean en las instalaciones nucleares y verificar la confiabilidad de las mediciones. Proporcionar servicios de dosimetría al personal de la Comisión, apoyar a las instituciones que lo requieran durante emergencias radiológicas y mantener los equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento.

**GERENCIA DE OPERACIÓN Y GARANTIA DE CALIDAD:** Coadyuvar a que la construcción y operación de las centrales nucleares se efectúen cumpliendo las normas de calidad y de seguridad adecuadas para reducir los riesgos a valores aceptables. Funciones; evaluar la metodología propuesta para la prueba de las instalaciones nucleares, los medios para garantizar la seguridad física, de operación y de cumplimiento de las salvaguardias internacionales. Coordinar las actividades técnicas, auditorías e inspecciones que realicen los departamentos de la Gerencia.

**DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN:** Asegurar que los sistemas de seguridad de las centrales nucleares que soliciten licencia de operación funcionen adecuadamente y se cuente con el personal debidamente capacitado para una operación segura de la central. Funciones; evaluar las secciones del informe final del análisis de seguridad, relativas a la operación para determinar si se puede extender la licencia de operación. Realizar inspecciones durante las pruebas preoperacionales y durante la operación de la central. Verificar que los operadores y supervisores de operación de los reactores nucleares satisfagan los requisitos de licenciamiento.

**DEPARTAMENTO DE GARANTIA DE CALIDAD:** Asegurar el cumplimiento de un programa de garantía de calidad durante la construcción y operación de las centrales nucleares. Funciones; evaluar el programa de garantía de calidad propuesto por el usuario, vigilar su cumplimiento por parte de proveedores, contratistas, concesionarios y prestadores de servicio durante la construcción de la central, así como cuando funcione, a través de inspecciones u auditorías de Las actividades relacionadas con la seguridad.

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD FISICA Y SALVAGUARDIAS: Garantizar que se cumplan las condiciones requeridas para minimizar los riesgos de sabotaje y extracción no autorizada de materiales nucleares, de acuerdo con normas y procedimientos. Funciones; evaluar los procedimientos de seguridad física que propongan los usuarios de instalaciones nucleares para la vigilancia de las mismas, del transporte y almacenamiento de materiales nucleares y de su inventario. Realizar inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos. Llevar el inventario y contabilidad de materiales nucleares en el país, de acuerdo con los lineamientos del OIEA.”(38)

A continuación se da una breve reseña histórica de la Comisión:

1955: El 19 de diciembre se crea la Comisión Nacional de Energía Nuclear, organismo encargado de manejar todos los asuntos relacionados con los recursos nucleares, incluyendo las funciones de control de la producción de energía nuclear.

1979: El 26 de enero se publica en el Diario Oficial de la Federación la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional que crea a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias como órgano desconcentrado dependiente de la entonces Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, cuyo objeto principal es el de aplicar las normas de seguridad nuclear, física, radiológica y de salvaguardias, con la finalidad de que el funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas se lleven a cabo con la máxima seguridad para los habitantes del país.

1985: La Ley Reglamentaria del Art. 27 expide una nueva ley, el 4 de febrero, que abroga a la publicada el 26 de enero de 1979, donde asigna a la CNSNyS nuevas atribuciones que conllevan a la reorganización de las áreas internas.

“ Las principales atribuciones de la CNSNS son establecer y vigilar la aplicación de normas y reglamentos de seguridad nuclear, radiológica, física y las salvaguardias, para el funcionamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas, así como el uso, manejo, transporte y posesión del material nuclear y radiactivo, se lleven a cabo con la máxima seguridad de los usuarios directos y del público en general.” (39)

La CNSNS realiza diversas actividades que incluyen:

- Elaboración de normas y reglamentos.
- Licenciamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.
- Evaluación de Programas de Garantía de Calidad y de Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental.

---

38. Ibid, pág.49

39. SE. “Evaluación de la Seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde: Informe Nacional 1995”. Pág. 12

- Realización de auditorías, supervisiones, visitas técnicas, inspecciones y verificaciones a instalaciones nucleares y radiactivas.
- Realización de inspecciones y auditorías relativas a seguridad física y salvaguardias.
  - Evaluación y licenciamiento de operadores de instalaciones nucleares.
  - Expedición de licencias y permisos para la importación, uso, transporte y almacenamiento de materiales radiactivos.
  - Evaluación y licenciamiento de depósitos definitivos para desechos radiactivos.
  - Participación en convenios de asistencia técnica y cooperación internacional.
  - Ejecución de proyectos de investigación y desarrollo de manera independiente o por asociación con otros organismos reguladores o centros de investigación.

La CNSNS establece y mantiene estrechos contactos con aquellas organizaciones que desempeñan funciones similares o cuya cooperación y apoyos son útiles para el desarrollo de sus funciones. Estos organismos son:

- ININ (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares)
- IIE (Instituto de Investigaciones Eléctricas)

#### **4.1.3 COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

La CFE se creó en 1937 con objeto de generar energía para abastecer a un mercado en crecimiento, satisfacer la demanda de los consumidores de bajos ingresos, planear e integrar el servicio eléctrico en México y preparar un esquema que le diera a la nación el control sobre sus recursos energéticos.

Sus primeros proyectos se emprendieron en Teloloapan, Guerrero; Pátzcuaro, Michoacán; Suchiates y Xía en Oaxaca y Ures y Altar en Sinaloa. En 1938, la CFE emprendió su primer proyecto de gran envergadura, Ixtapantongo. Para ese año, la empresa ya tenía capacidad de 64 KW, y para 1942 llegaban a los 837 KW.

Para 1946, la CFE tenía una capacidad instalada de 45,594 KW e importantes perspectivas de crecimiento. Las empresas privadas dejaron entonces de invertir y la empresa pública se vio obligada a generar energía para que éstas la revendieran.

La empresa quedó constituida como un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios en 1949, lo que le permitió actuar en áreas como la planeación y ejecución de obras, adquisición de instalaciones, organización de cooperativas de consumidores y electrificación entre otras.

Para 1950, la CFE tenía una capacidad instalada de 167,126 KW, el 13% del total del país.

A lo largo de la siguiente década, las empresas privadas sufrieron importantes transformaciones, fusiones y reestructuraciones, y el Estado se vio precisado a adquirir total o parcialmente varias de estas empresas, hasta que a fines de 1960, el Ejecutivo Federal propuso la adición al párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, señalando:

"Corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares, y la nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines." (40)

Comenzó entonces un largo proceso de integración de las empresas existentes. De 1962 a 1972, la CFE adquirió e incorporó a su estructura 27 empresas regionales y el proceso continuó hasta 1999.

Un paso importante en el proceso de integración fue la unificación de la frecuencia eléctrica de toda la República a 60 ciclos A partir de 1972 se inició la modificación de equipos y aparatos electrodomésticos de todos los hogares con frecuencia de 60 ciclos, tarea que se concluyó en un lapso de cuatro años, tres antes de lo proyectado originalmente.

En 1975 se fundó el Instituto de Investigaciones Eléctricas, centro encargado de realizar investigación aplicada y apoyar el desarrollo tecnológico de la industria nacional.

Hacia el futuro, la Comisión Federal de Electricidad continúa su esfuerzo para brindar servicio eléctrico, a más del 90% de la población mexicana, brindando mayores insumos para la comunicación y la producción y un alumbrado público cada vez más adecuado, contribuyendo así a elevar el nivel de vida de los mexicanos.

La Comisión Federal de Electricidad tiene a su cargo una misión que se expresa en tres puntos fundamentales:

- Asegurar el suministro de energía eléctrica en el país, en condiciones adecuadas de cantidad, calidad y precio.
- Proporcionar atención esmerada a sus clientes.
- Proteger el ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las obras de electrificación.

---

40. "Artículo 27, párrafo VI." Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1998

La organización ha sido creada y opera buscando satisfacer siete objetivos estratégicos:

1. Satisfacer la demanda de energía eléctrica.
2. Desarrollar un sistema eléctrico altamente confiable y seguro.
3. Conformar una organización eficaz y productiva, administrada con modernos criterios empresariales.
4. Crear y proyectar una imagen corporativa de eficiencia y calidad en el suministro del servicio.
5. Asegurar la disponibilidad de recursos humanos calificados y promover su desarrollo profesional y personal.
6. Operar con criterios de rentabilidad económica y financiera.
7. Proteger el ambiente y promover el bienestar social.

El sustento de todas sus acciones son los valores corporativos que le han permitido crear una cultura de trabajo compartida por toda su gente.

1. Sentido de misión y dirección.
2. Liderazgo participativo.
3. Calidad total.
4. Servicio excelente para el cliente.
5. Ambiente laboral estimulante.
6. Trabajo en equipo.
7. Capacitación y desarrollo.
8. Comunicación organizacional.
9. Uso eficiente de nuestros recursos.
10. Respeto al entorno.

La generación de energía eléctrica en México se realiza por medio de todas las tecnologías disponibles en la actualidad desde las tradicionales hidroeléctricas y termoeléctricas hasta modernas plantas de energía solar, eólica y nuclear.

Al terminar 1994, la Comisión Federal de Electricidad contaba con una capacidad productiva de más de 31,600 megawatts (MW) de los cuales el 28% estaba en centrales hidroeléctricas, el 2.38% en geotermoeléctricas, el 54.02% en termoeléctricas que consumen hidrocarburos, 6.64% en la central dual, 2.13% en la nucleoelectrica y 0.01% en la central eoloeléctrica.

En los últimos siete años, la productividad medida en capacidad instalada por cada trabajador del área de generación ha experimentado un aumento de casi el 50% demostrando la eficiencia de la gente que conforma la empresa.

La CFE continúa aplicando las mismas políticas que le dieron origen, promover la electrificación de todo el país. Actualmente son los municipios los que administran los programas de electrificación y corresponde a la Comisión Federal de Electricidad apoyarlos técnica y administrativamente.

Se está desarrollando un gran esfuerzo para dotar de este servicio a todas las comunidades de más de 100 habitantes, a las colonias proletarias que surgen constantemente en las concentraciones urbanas y a los campos agrícolas.

#### **4.1.4 OTRAS INSTITUCIONES EN EL CAMPO DE LA ENERGÍA NUCLEAR**

Existen instituciones que llevan a cabo un uso amplio de técnicas nucleares y que de alguna manera utilizan tecnología nuclear, sin que esto sea su principal actividad.

A continuación las enlistamos:

1. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo
2. Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Irapuato.
3. Centro de Investigación Científica de Yucatán.
4. Comisión México-Americana para la erradicación del gusano barrenador.
5. Comisión Nacional del Agua
6. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
7. Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia.
8. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE).
9. Instituto Mexicano del Petróleo
10. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
11. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
12. Instituto Nacional de Cancerología.
13. Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE).
14. Instituto Nacional de Ecología.
15. Instituto Nacional de Pediatría.
16. Instituto Politécnico Nacional.
17. Luz y Fuerza del Centro.
18. Patronato para el Apoyo y Fomento de Investigación Agropecuaria y Forestal (Celaya, Gto).
19. Petróleos Mexicanos.
20. Programa Moscamed Tapachula.
21. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.
22. Campaña Nacional contra la Mosca de la Fruta.
23. Secretaría de Educación Pública



- 24. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.
- 25. Secretaría de Salud
  - i. Dirección de Riesgos Radiológicos
- 26. Universidad de Colima.
- 27. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- 28. Universidad Nacional Autónoma de México
  - i. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
  - ii. Instituto de Biología
  - iii. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
  - iv. Instituto de Ciencias Nucleares
  - v. Instituto de Investigaciones Biomédicas
  - vi. Instituto de Geofísica
  - vii. Programa Universitario de Energía.
- 29. Universidad de Guanajuato.
- 30. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- 31. Universidad Veracruzana.
- 32. Universidad Autónoma de Yucatán.
- 33. Universidad de Zacatecas.

## **4.2 LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA LAGUNA VERDE:**

### **4.2.1 DESARROLLO HISTÓRICO**

En 1960 se inició un programa de reactores en la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), con un grupo que la asesoraba desde 1959 y que asistía a muchos congresos internacionales, tanto teóricos como prácticos. Este grupo alentó la promoción de relaciones con los países que ya instalaban centrales nucleares de potencia, concretándose un acuerdo internacional con Estados Unidos el 7 de octubre de 1965, en Washington, y con el Organismo Internacional de Energía Atómica para llevar a cabo un estudio preeliminar de una planta nuclear de potencia con el doble propósito de producir agua desalinizada y energía eléctrica para las regiones de Baja California y Sonora en México y de California y Arizona en los Estados Unidos, estudio que concluyó en septiembre de 1968 con un conjunto de consideraciones, entre las que se encontraron las siguientes:

" La construcción de una planta nuclear de doble propósito que produjera 44 metros cúbicos de agua dulce por segundo y que tuviera una potencia de 2000 MW 2) Respecto al costo estimado de una planta de tal tipo, se formularon diversas hipótesis (que oscilan, con base en el índice de precios vigente en el bienio 1966-1967, según la tasa de cargos fijos y la localización que se adopte), comunicadas a los respectivos gobiernos."(41)

---

41. ROJAS, J. Antonio. Desarrollo Nuclear de México. Pág. 113

Ese mismo año, aún con dificultades financieras y económicas se concluye la viabilidad técnico-económica y la situación de competitividad de la energía nuclear. También, se formaliza ese año ante el Presidente de la República la solicitud para la instalación de la central nucleoelectrica inicialmente con un reactor de 654 MWe, en Laguna Verde, Veracruz.

En 1969, la CFE logró que, aún en plena crisis económica, se convocara a la licitación de una segunda unidad similar a Laguna Verde, "... en la perspectiva del programa nucleoelectrico más grande planteado por un país en vías de desarrollo o semiindustrializado del mundo, ingresando con esto a una tercera parte en las decisiones estatales en torno a la nucleoelectricidad en México..."(42); el OIEA sugirió una mayor profundización en algunos aspectos de los estudios y se planteó la primera estimación sobre la fecha en que se terminaría Laguna Verde: septiembre de 1975.

Los técnicos del ININ y del SUTIN (Sindicato de Trabajadores de la Industria Nuclear), con mayor objetividad que los de la CFE (aunque no demasiado, señalaron que pese a que existían muchas incertidumbres respecto a la viabilidad de un programa nucleoelectrico, era factible y debía establecerse una licitación comercial precisa para contar con mayores datos para poder decidir el tipo de reactor y la compañía que podía satisfacer completamente las necesidades nacionales, definidas en ese momento en cinco rubros: 1) generación de electricidad, fortaleciendo el proceso de diversificación; 2) participación de la industria nacional en el programa, buscando un grado máximo de integración adicional; 3) fortalecimiento de la ingeniería y el diseño nacionales; 4) impulso de las actividades de investigación y desarrollo; 5) costos mínimos.

En 1970 se comenzó el análisis y la evaluación de ofertas, se dieron ciertos retrasos por los cambios de gobierno en México, ya que en ese año tomó posesión Luis Echeverría como Presidente de la República. En 1971 por la crisis económica los trabajos del concurso de retrasaron. En 1972 se decidió acelerar el proyecto y termina el análisis concluyendo con que "...la opción más barata es la conformada con el reactor General Electric y el turbogenerador Mitsubishi, y es aquí, donde surgen problemas con Westinghouse, que afirmaba que los factores de capacidad y disponibilidad del BWR de General Electric son 10% más bajos que los factores del PWR de Westinghouse..."(43)

De 1972 a 1976 ICA operó como constructora en contrato por precios unitarios. También comenzaron los trabajos de ingeniería. En 1973 inició realmente el diseño y la ingeniería de la planta, al solicitarse formalmente el permiso de construcción, y la CFE otorgó a General Electric la carta de intención para la segunda unidad.

---

42. Ibidem, pág. 12

43. Ibid.

En 1974 se dió a ICA el contrato para la construcción de las estructuras clase I (asociadas directamente a la isla nuclear), con la asesoría de la empresa norteamericana Bechtel, encargándose la propia CFE de la construcción del resto de las estructuras así como de los edificios auxiliares; se firmó, además, un acuerdo entre México y el OIEA para negociar en conjunto el combustible de la planta con Estados Unidos. El mismo Organismo envía en este año una misión de técnicos para apoyar las tareas normativas y reguladoras que preparaba el INEN.

En 1975 el OIEA envió dos comunicaciones al embajador de México en la ONU, Francisco Cuevas Cancino, señalándole que era necesario revisar exhaustivamente algunas de las acciones que se emprendían en la construcción de Laguna Verde, sin que estas comunicaciones hubieran sido atendidas. Llega a Laguna Verde la vasija del primer reactor, y por la complejidad global del proyecto como por la lentitud con que era llevado a cabo, CFE se declaró incompetente para manejar el Aseguramiento de calidad, contratándose a la empresa mexicana Ebasco para asesorarle en su administración

En 1976 se contó con mucho menos presupuesto para continuar la obra debido a cambios en el gobierno, al tomar posesión de la Presidencia Jesús López Portillo; en mayo de ese año hubo un incendio en la bodega de la atmósfera controlada en Laguna Verde, y tiempo después llega la segunda vasija. También se autorizó una inversión de más de 6000 millones de pesos para acelerar los trabajos de Laguna Verde en 1977. En este año se rompe contrato de asesoría con Bechtel, comprometiéndose Ebasco a asesorar a ICA en la construcción. A finales de año se planteó la Ley Nuclear misma que es rechazada por la Cámara de Diputados.

En 1978, empezaron a darse visitas oficiales de Jefes de Estado de naciones desarrolladas (Margaret Thatcher, François Mitterrand, James Carter, entre otros) "...para incitar su participación en el programa nucleoelectrónico mexicano, ofreciendo incluso financiamiento relativamente barato, asistencia técnica, transferencia de tecnología completa, servicios de enriquecimiento sin condiciones mayores que las aprobadas por el OIEA, apoyo irrestricto para la terminación de Laguna Verde, formación de recursos humanos mexicanos con programas de intercambio y apoyo tecnológico entre muchos otros ofrecimientos más o menos fabulosos..."(44)

Paralelamente se dio un incidente, el embargo de uranio por parte de los Estados Unidos, ya que México no aceptó darle los residuos después del quemado del uranio - que era enriquecido en Francia- en los reactores de Laguna Verde, exigencia de ese país ya que teme que México utilice el uranio en aplicaciones no pacíficas. Posteriormente la Administración para el Desarrollo de la Energía de Estados Unidos señala que México debe pagar 91 millones de dólares por almacenamiento de las 120 toneladas de uranio embargado. En julio de ese mismo año, comienzan negociaciones para levantar el embargo. Después de un año de debate, en noviembre se aprueba la nueva Ley Nuclear.

---

43. Ibid, pág 129

En 1979 aconteció el accidente de la planta nuclear de Three Mile Island, Pennsylvania, que genera un conjunto muy grande de requerimientos nuevos de seguridad.

En 1980 salió ICA de la ingeniería quedando exclusivamente Ebasco y CFE, dándose a conocer los informes del estudio de factibilidad. Respecto a la administración del proyecto, queda la CFE en la dirección, Ebasco como asesor e ICA como constructor.

En 1981 se da la transferencia global de Ingeniería a CFE después de más de doce años de comenzado el proyecto. En septiembre se autoriza la licitación de una segunda planta nucleoelectrica y el 5 de octubre de ese mismo año se entregan las especificaciones del concurso internacional CI-50/81.

El 18 de mayo de 1982 la CFE informó que por falta de recursos financieros posponía hasta nuevo aviso, la decisión de adquirir la segunda planta nuclear generadora de electricidad y que, por el momento, el fabuloso programa nucleoelectrico quedaba suspendido. Ese mismo año el programa de garantía de calidad queda en manos mexicanas.

En 1983 siguieron lentamente las obras de Laguna Verde y se anunció que terminarían en 1988. Para 1984 CFE asume la dirección absoluta de Laguna Verde, quedando ICA como constructor que ya para este año aplicaba tarifas horario por paquetes de trabajo en áreas específicas.

" En 1985 continuaron las obras, comprometiéndose CFE a tener operando el primer reactor a mediados de 1987 y el segundo a fines de 1988. En agosto de 1985, bajo los auspicios de la Academia Mexicana de Ingeniería se realizó una mesa redonda en la que los funcionarios del sector eléctrico y del sector nuclear explicaron la situación del proyecto, indicando que se trata de una obra, con costos menores que una planta convencional equivalente y que, Laguna Verde representaba un logro importante de la ingeniería mexicana. Durante 1986 y 1987 aumentó la oposición social a esa obra que aún no empezaba a operar."(45)

#### **4.2.2 UBICACIÓN**

Se localiza en el Municipio de Alto Lucero del Estado de Veracruz, México, a 70 kilómetros al NNO de Veracruz a 60 kilómetros al ENE de Jalapa y a 290 kilómetros al ENE del Centro del Distrito Federal.

---

45. Ibid.

#### **4.2.3 ESTRUCTURA**

La central consta de 2 unidades, cada una con capacidad de 654.000 KW eléctricos netos equipadas con reactores que operan con uranio enriquecido como combustible y agua en ebullición como moderador y refrigerante (BWR).

La primera unidad consta de los siguientes 6 edificios (ver láminas 3 y 4):

- Edificio del reactor.
- Edificio del turbogenerador.
- Edificio de control
- Edificio de generadores diesel.
- Edificio de tratamiento de residuos.
- Edificio de la planta de tratamiento de agua y del taller mecánico.

La segunda unidad tiene sus propios edificios del reactor, del turbogenerador, de control y de generadores diesel. Comparte con la primera unidad el edificio de tratamiento de residuos radioactivos, pero tiene su propio edificio de la planta de tratamiento de agua y del taller mecánico.

#### **4.2.4 ACTUALIDAD**

La CNLV fue construida y está operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que por ley es la única empresa eléctrica a nivel nacional que puede generar electricidad a partir del uso de la energía nuclear. La CFE es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal y es coordinada administrativa y políticamente por la Secretaría de Energía (SE).

Se decidió aplicar a la Central la reglamentación de los Estados Unidos de América que es el país de donde proviene el Sistema Nuclear de Suministro de Vapor. De acuerdo a esta reglamentación, además de las evaluaciones globales de seguridad que permiten autorizar la construcción y posteriormente la operación de una central nuclear. Se realiza una evaluación continua de la seguridad de la CNLV.

La CNSNS estableció como condición para la Licencia de Operación la realización quinquenal de una evaluación global de seguridad (Evaluación Periódica de Seguridad) para cada unidad de la CLV. Se establecieron únicamente las bases técnicas y administrativas para realizar esta evaluación global de seguridad, que se llevará a cabo inicialmente dentro de los primeros 10 años de operación y posteriormente cada 5 años.

Se ha mantenido desde el inicio de la construcción de la Central una continua supervisión de los asuntos relevantes para la seguridad y los previstos como parte de la Licencia de Operación, la instrumentación de un programa de mejora continua de los niveles de seguridad de la instalación.

“ La CLV posee un nivel de seguridad similar al de otras centrales nucleares de su tipo, localizadas en países más desarrollados que México, no existiendo por el momento condiciones que puedan ser identificadas como adversas a una operación segura y por lo tanto no existen planes para anticipar el cierre de la instalación antes del término de su vida útil. Esta última afirmación sin embargo está sujeta a un proceso de evaluación continua y a una reevaluación quinquenal global de la seguridad de la instalación.” (46)

Al inicio del proyecto de la CLV, las autoridades gubernamentales decidieron que además de aplicar la reglamentación del Organismo, se aplicará de igual manera la normatividad del país de origen del sistema de suministro de vapor.

“ Se estableció como requisito reglamentario el título 10 Energía del Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos, así como todas las normas y guías industriales emanadas de dicho título 10. De igual manera, se han adoptado las Guías Reguladoras que emite la Comisión Reguladora Nuclear de dicho país.

La metodología para el licenciamiento de la Central siguió el formato del país de origen del reactor (EUA), esto significa, dos autorizaciones: una para la etapa de construcción que termina con la emisión del Permiso de Construcción y otra cuyo alcance cubra la porción de las pruebas preoperacionales y de arranque la cual termina con el otorgamiento de la Licencia de Operación.” (47)

El establecimiento de criterios rectores en seguridad nuclear en México sigue 3 objetivos principales:

- a) Asegurar que las instalaciones nucleares operen normalmente sin un riesgo excesivo para el personal de la instalación, el público y el medio ambiente.
- b) Prevenir accidentes y,
- c) Mitigar las consecuencias de cualquier incidente de ocurrir éste.

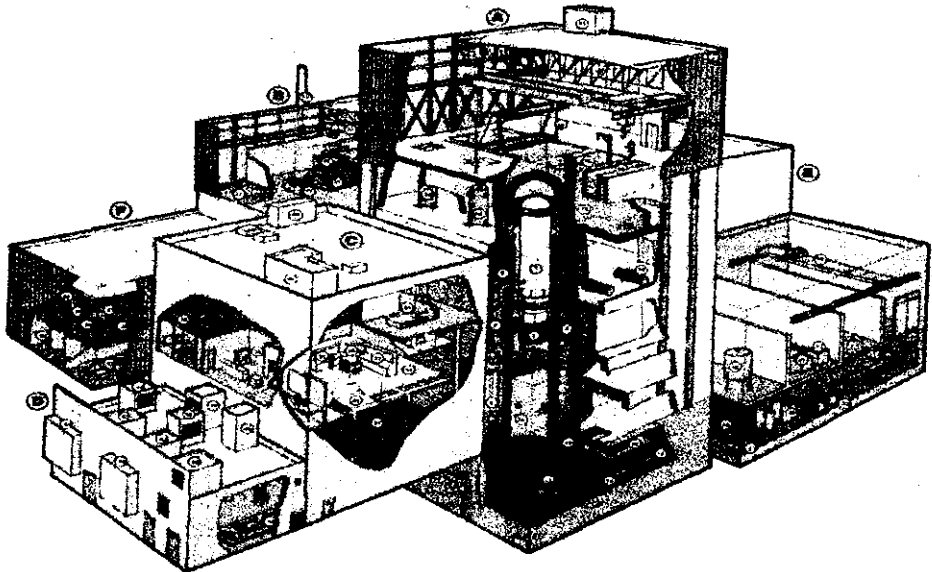
Esto conlleva el objetivo global de la seguridad nuclear que es proteger al hombre y al medio ambiente limitando las liberaciones de materiales radiactivos bajo cualquier circunstancia. En otras palabras, asegurando el confinamiento y control de dichos materiales.

---

46. Idem

47. Idem

## CORTE DE LA UNIDAD 1 (lámina 4)



### EDIFICIO DEL REACTOR

- 1.- Vaso del reactor
- 2.- Muro de blindaje
- 3.- Contenedor primario
- 4.- Pozo seco
- 5.- Tuberías y bombas de recirculación (2)
- 6.- Tuberías de vapor (4)
- 7.- Tubos guía de las barras de control (109)
- 8.- Losa diafragma separación del pozo seco y el pozo húmedo
- 9.- Pozo húmedo
- 10.- Alberca de supresión de presión
- 11.- Tuberías de descarga de vapor (68)
- 12.- Descargas de las válvulas de alivio (10)
- 13.- Bomba de aspiración del núcleo a baja presión
- 14.- Bomba de carga del sistema de aspiración del núcleo a baja presión
- 15.- Bomba de carga del sistema de aspiración del núcleo a alta presión
- 16.- Unidad de aire acondicionado
- 17.- Cambiadores de calor del sistema cerrado para enfriamiento de componentes nucleares
- 18.- Almacén de combustible nuevo
- 19.- Alberca de almacenamiento de contenedores para transporte de combustible
- 20.- Alberca de combustible irradiado
- 21.- Alberca para almacenar el separador y secador de vapor
- 22.- Máquina de recambio de combustible
- 23.- Grúa del edificio del reactor
- 24.- Cambiadores de calor del sistema de remoción de calor residual
- 25.- Chimeneas de salida de gases

### B.- EDIFICIO DEL TURBOGENERADOR

- 26.- Turbina de alta presión
- 27.- Válvula principal de paro
- 28.- Recalentadores de vapor
- 29.- Chimenea de la caldera auxiliar
- 30.- Grúa del edificio
- 31.- Pozo de salida y entrada de equipos

### C.- EDIFICIO DE CONTROL

- 32.- Sala de control
- 33.- Tablero de control del turbogenerador
- 34.- Tablero de control del reactor
- 35.- Tablero de control de sistemas auxiliares
- 36.- Pantalla impresora de la computadora
- 37.- Cuarto de cableado
- 38.- Cuarto de computación
- 39.- Residencia para operadores
- 40.- Equipos de aire acondicionado
- 41.- Cuarto de observación para visitantes

### D.- EDIFICIO DE GENERADORES DIESEL

- 42.- Salidas de aire de los generadores
- 43.- Salidas de aire del sistema de aire acondicionado
- 44.- Entradas de aire a los generadores
- 45.- Generador diesel (3)

### E.- EDIFICIO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS

- 46.- Grúa del edificio
- 47.- Mezcladores evaporados del sistema de desechos sólidos (2)
- 48.- Tanque de concentrados de los evaporados (2)
- 49.- Adsorbentes de carbón activado (8)
- 50.- Bomba de glicol (4)
- 51.- Máquinas de refrigeración (2)
- 52.- Preenfriadores (4)

### F.- EDIFICIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE TALLER MECANICO

- 53.- Bombas de agua desmineralizada(3)
- 54.- Tanques de agua potable (2)
- 55.- Intercambiadores catiónicos (2)
- 56.- Lechos Intercambiadores de iones (2)
- 57.- Intercambiador de iones
58. Regenerador de agua cal

## CAPITULO 5

# REGLAMENTACIÓN JURÍDICA NUCLEAR EN MEXICO



Los Estados Unidos Mexicanos cuentan con un marco legislativo y reglamentario que en forma adecuada rige la seguridad de las instalaciones nucleares en territorio nacional.

El marco legal y reglamentario prevé el establecimiento y aplicación de:

- a) Los requisitos y las disposiciones nacionales aplicables en materia de seguridad; incluyendo lo relativo a la implantación de los convenios y tratados internacionales en materia signados;
- b) 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;
- c) 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;
- d) Las medidas para asegurar el cumplimiento de las disposiciones aplicables y de lo estipulado en las licencias, inclusive medidas de suspensión modificación o revocación.

#### **5.1 LEY REGLAMENTARIA DEL ART. 27 CONSTITUCIONAL EN MATERIA DE ENERGÍA NUCLEAR DE 1985**

La Constitución, en su artículo 27, entró en vigor el 5 de febrero de 1985 y establece que la energía nuclear sólo se puede utilizar con fines pacíficos y es a la Nación a la que le corresponde el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en todas las áreas.

La generación de energía eléctrica por medios nucleares es considerada como área estratégica y es el sector público que tiene a su cargo de manera exclusiva dicha actividad y por lo tanto el Estado ha creado los organismos y empresas necesarias para el eficaz manejo de tales áreas estratégicas a su cargo.

Esta Ley otorga a la Secretaría de Energía (SE) la facultad para ejercer los derechos de la Nación en materia de energía nuclear, así como respecto del aprovechamiento de los bienes y recursos naturales que se requieran para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicios públicos y para conducir la actividad de las entidades paraestatales, cuyo objeto esté relacionado con la generación de energía eléctrica y nuclear, con apego a la legislación en materia ecológica.

Otorga a la CFE de manera exclusiva, la facultad para generar electricidad a partir del uso de combustibles nucleares, correspondiendo asimismo a esta institución el diseño y construcción de plantas nucleoelectricas, tomando en cuenta la opinión del ININ. También establece que la utilización de reactores nucleares con fines no energéticos, sólo se llevará a cabo por el sector público y por las universidades, los institutos y centros de investigación autorizados conforme a la ley.

Al ser el combustible nuclear propiedad de la Nación, el Ejecutivo Federal sólo podrá autorizar su uso en los términos que esta Ley dispone y siempre bajo la vigilancia de la Comisión.

Establece que la seguridad es primordial en todas las actividades que involucran a la energía nuclear y deberá tomarse en cuenta desde la planeación, diseño, construcción y operación, hasta el cierre definitivo y desmantelamiento de las instalaciones nucleares y radiactivas, así como en las disposiciones y destino final de todos sus desechos.

También define a la seguridad nuclear como el conjunto de acciones y medidas encaminadas a evitar que los equipos, materiales e instalaciones nucleares y su funcionamiento constituyan riesgos para la salud del hombre y sus bienes o detrimentos en la calidad del ambiente", además de describir como objetivo de la seguridad radiológica el proteger a los trabajadores, a la población y a sus bienes, y al ambiente en general, mediante la prevención y limitación de los efectos que pudieran resultar de la exposición a la radiación ionizante.

Describe la diferencia entre una instalación nuclear y radiactiva. A la primera la define como aquella en la que se fabrica, procesa, utiliza, reprocesa o almacena combustible o material nuclear; y a la segunda como aquella en la que se produce, fabrica, almacena o hace uso de material radiactivo o equipo que lo contenga, o se tratan, condicionan o almacenan desechos radiactivos.

Las instalaciones nucleares y radiactivas deberán contar con sistemas de seguridad nuclear que satisfagan los requisitos que al respecto, se establezcan en otros ordenamientos y en las disposiciones reglamentarias de dicha Ley.

De igual manera, prevee que en las instalaciones nucleares se debe contar con el personal de seguridad nuclear y radiológica requerida, y el titular del organismo público correspondiente será el responsable del estricto cumplimiento de las normas aplicables.

Contempla también que cuando se tenga conocimiento de un incidente que involucre materiales o combustibles nucleares, materiales radiactivos o equipo que los contenga o de condiciones que puedan ocasionarlo, se deberá dar aviso a la Comisión, la cual en estos casos, podrá ordenar o efectuar el retiro de los equipos, utensilios o materiales que impliquen algún riesgo, para su depósito en lugares que reúnan las condiciones de seguridad apropiadas.

Dicta las bases para la implantación de un sistema de otorgamiento de licencias tanto para instalaciones nucleares como radiactivas, así como la suspensión de dichas licencias en caso de incumplimiento con alguna condición establecida.

Las instalaciones nucleares y radiactivas deberán ser objeto de inspecciones, auditorías, verificaciones y reconocimientos por parte de la comisión, para comprobar las condiciones de seguridad nuclear y radiológica el cumplimiento y observancia de las disposiciones legales en dicha materia.

Se establece un sistema de sanciones que se deberán aplicar en caso de violación a los preceptos así como a sus disposiciones reglamentarias.

Mantiene como centro de atención la protección de los trabajadores, la población civil y de sus bienes, estableciendo que la seguridad nuclear y radiológica es primordial en todas las actividades que involucren el aprovechamiento de la energía nuclear.

Las autorizaciones para la construcción y operación de una instalación nuclear sólo se otorgarán cuando se acredite mediante la presentación de la información pertinente, cómo se van a alcanzar los objetivos de la seguridad y cuáles serán los procedimientos y métodos que se utilizarán durante las fases de emplazamiento, diseño, construcción, operación, modificación, cierre definitivo y desmantelamiento de la instalación. Adicionalmente se presentará el plan de emergencia radiológica correspondiente. Esta información deberá observar los términos y formas previstos en las disposiciones reglamentarias de la presente ley.

## **5.2 LEY SOBRE RESERVAS MINERALES DE 1950**

La Ley que declara Reservas Minerales los yacimientos de uranio, torio y las demás sustancias de las cuales se obtengan isótopos hendibles que puedan producir energía nuclear, fue promulgada el 31 de diciembre de 1949 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1950, derogando al Decreto de 1946.

En esta ley se vuelve a establecer que la explotación de yacimientos minerales radiactivos deberá ser realizada por el Ejecutivo Federal o la institución oficial que éste determine. Los concesionarios estaban obligados a poner a la disposición de las autoridades el descubrimiento de la existencia de sustancias radiactivas, las que entonces eran adquiridas a través de la celebración de contratos de compraventa entre los concesionarios y el Ejecutivo.

Sólo al Ejecutivo Federal o a la institución oficial designada, les estaba permitido poseer, transferir por cualquier título, exportar o importar las sustancias radiactivas de las que mencionaba la ley, así como el plutonio 239.

El reglamento de la ley fue promulgado el 15 de enero de 1952. Se establece en el mismo, que la Secretaría de Economía tiene a su cargo la aplicación de las disposiciones de la ley y estipula que la Comisión de Fomento Minero lleve a cabo la explotación de las Reservas Mineras Nacionales que contengan sustancias radiactivas.

### **5.3 LEY QUE CREA LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA NUCLEAR DE 1955**

Se expidió el 19 de diciembre de 1955 y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre del mismo año. Deroga los preceptos establecidos en la Ley de las Reservas Mineras Nacionales de 1949.

La CNEN era un organismo dependiente directamente del Presidente de la República y contaba con personalidad jurídica y patrimonios propios. Tuvo por objeto el control, la vigilancia, la coordinación, el fomento y todo lo relacionado con los asuntos nucleares.

Sus facultades eran controlar, vigilar, coordinar, fomentar y realizar la exploración y explotación de los yacimientos de minerales atómicos y algunos otros de utilidad específica; poseer, importar y exportar los materiales radiactivos y los equipos para el aprovechamiento de la energía nuclear, así como el comercio y transporte de los mismos; producir y usar la energía nuclear, así como el comercio y transporte de los mismos; producir y usar la energía nuclear, a fin de satisfacer las necesidades del país; efectuar investigaciones científicas en el campo de la física nuclear y asesorar al Ejecutivo Federal sobre la legislación afín a sus atribuciones.

Los principales resultados de la CNEN se enmarcan en la formación de un reducido grupo de expertos de reconocido nivel en el campo nuclear y en otros menos directamente relacionados con la energía nuclear, en el fomento y realización de exploraciones de yacimientos uraníferos en áreas del territorio mexicano y la construcción del Centro Nuclear Salazar, en donde se instaló un reactor TRIGA de investigación.

### **5.4 LEY ORGÁNICA DEL INSTITUTO DE ENERGÍA NUCLEAR DE 1972**

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1972 y entró en vigor un día después. Deroga a la ley que creó la CNEN, del 19 de diciembre de 1955, por lo que el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) sustituye a la CNEN.

Creado como un organismo descentralizado competente para intervenir en las actividades relacionadas con el aprovechamiento de la energía nuclear con fines pacíficos; además de ser designado como la dependencia a través del cual el Ejecutivo ejercía el control sobre los yacimientos de minerales radiactivos, los usos pacíficos de la energía nuclear y sobre el desarrollo de la industria de combustibles nucleares, a la que se declaró de utilidad pública.

Facultades para realizar directamente las actividades respecto a todas las etapas del ciclo del combustible nuclear en México, con excepción del quemado de combustible nuclear, en cuyo caso tenía a su cargo la autorización, vigilancia y supervisión de su uso y manejo.

La vigilancia en el ámbito interno del cumplimiento de los tratados y acuerdos internacionales en materia nuclear y fomentar la investigación en dicha materia en las instituciones mexicanas de educación superior.

Durante la existencia del INEN fue incorporada a la Constitución Política de México la energía nuclear, precisamente a partir de la Declaratoria correspondiente publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de febrero de 1975.

## **5.5 LEY DE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES DE 1975**

Entró en vigor el 1o de enero de 1975.

Esta Ley establece un sistema financiero de indemnización para las personas afectadas por un accidente nuclear. Conforme lo señala esta Ley, es el operador el responsable del daño ocasionado por todo accidente nuclear que suceda en una instalación nuclear bajo su cargo. En este sentido, la Ley Nuclear establece que la Comisión Federal de Electricidad es la única autorizada para generar electricidad mediante el uso de combustibles nucleares.

El objeto de esta Ley es regular la responsabilidad civil por daños que puedan causarse por el empleo de reactores nucleares y la utilización de sustancias y combustibles nucleares y desechos de éstos.

Sus preceptos son:

- a. La responsabilidad objetiva del operador de una instalación nuclear.
- b. La limitación en el importe máximo de la responsabilidad del operador, fijada en la suma de 100 millones de pesos.
- c. El operador deberá expedir un certificado, respecto a toda promesa de sustancias nucleares, en que consten sus datos generales, clase y cantidad de sustancias nucleares, así como el monto de la responsabilidad civil que establece la ley. Asimismo, entregará la certificación expedida por el asegurador o la persona que haya concedido la garantía financiera.
- d. El derecho de repetición del operador en contra de: a) la persona física que por actos u omisiones dolosas causó daños nucleares; b) la persona que lo hubiere aceptado contractualmente, por la cuantía establecida en el propio contrato; y c) el transportista o porteador que sin consentimiento del operador hubiere efectuado el transporte, salvo que éste hubiera tenido por objeto salvar o intentar salvar vidas o bienes;
- e. Un clausulado especial de limitaciones respecto a daños nucleares personales -en múltiplos del salario mínimo vigente en el Distrito Federal- y a los plazos para reclamar una indemnización.

Se designa a la Secretaría de Gobernación para coordinar las actividades públicas y privadas en cuanto al auxilio, evacuación y medidas de seguridad, en zonas en que se prevea u ocurra un accidente nuclear.

## **5.6 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DE 1996**

Entró en vigor el 29 de enero de 1988.

En el capítulo VII referente a la energía nuclear (Art. 154), establece que la Secretaría de Energía y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias cuidarán que los usos de la energía nuclear y en general las actividades relacionadas con la misma, se lleven a cabo con apego a las normas oficiales mexicanas sobre seguridad nuclear y radiológica de las instalaciones nucleares de manera que se eviten riesgos a la salud humana y se asegure la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Le otorga a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca la atribución de realizar la evaluación del impacto ambiental. Sin embargo es conveniente resaltar que la evaluación del efecto sobre el ambiente de las instalaciones nucleares, desde el punto de vista de seguridad radiológica, le corresponde a la Comisión.

## **5.7 REGLAMENTO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA DE 1988**

Los aspectos relativos a la seguridad radiológica se regulan con base en este Reglamento, el cual entró en vigor el 23 de noviembre de 1988. Este Reglamento establece requisitos sobre el Sistema de Limitación de Dosis (Título Tercero), sobre el Permisionario, encargado de Seguridad Radiológica y el Personal Ocupacionalmente Expuesto (Título Séptimo), sobre los Accidentes Radiológicos y Medidas Preventivas o de Seguridad (Título Noveno), sobre Autorizaciones, Permisos y Licencias (Título Décimo) y Procedimientos Administrativos (Título Décimoprimer), que incluye inspecciones, auditorías, verificaciones y reconocimientos, así como sanciones y el recurso de reconsideración.

Su objetivo es proveer los mecanismos para la observancia de la Ley en materia de seguridad radiológica; puesto que el diseño de la Central Laguna Verde para limitar las dosis al personal e instrumentar el concepto de ALARA (tan bajo como razonablemente sea posible) fue realizada antes de la formulación del Reglamento de Seguridad Radiológica Nacional, la filosofía de seguridad radiológica nacional en el diseño siguió el concepto aplicado en los EUA, esto es los criterios de todas las guías reguladoras asociadas.

Establece en el artículo 124 que previamente al inicio de operaciones, toda instalación radiactiva (y nuclear) deberá de contar con un Plan de Emergencia congruente con los lineamientos del Sistema Nacional de Protección Civil y basado en el estudio de las consecuencias radiológicas de los accidentes que puedan suceder en la instalación.

## **5.8 REGLAMENTO PARA TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS DE 1993**

Entró en vigor el 8 de abril de 1993.

Aplican al transporte de materiales No. 7 Materiales Radiactivos quedando la Secretaría de Comunicaciones y Transportes como autoridad competente, sin embargo esto no excluye la facultad que tiene la Secretaría de Energía por conducto de la Comisión, de otorgar las autorizaciones para el transporte de materiales nucleares y radiactivos.

En el artículo 14 del presente reglamento, a los elementos radiactivos se les denomina Clase 7 para los efectos de transporte, y son todos los materiales cuya actividad específica es superior a 70 kBq/kg (2 nCi/g).

Los envases y embalajes que contengan estas sustancias, se sujetarán a las normas que expida la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias; toda unidad motriz que se usa para el traslado de materiales y residuos peligrosos deberá cumplir con las especificaciones adicionales establecidas en las normas correspondientes; así mismo como la construcción de auto tanques, unidades de arrastre, recipientes intermedios para granel y contenedores cisterna, debiendo contar también con aditamentos de emergencia y dispositivos de protección para una máxima seguridad; los camiones, las unidades de arrastre, contenedores cisterna y recipientes intermedios para granel deberán tener cuatro carteles que identifiquen el material y el residuo peligroso que se transporta, basándose en las normas que se aspira para tal efecto; dichas unidades deberán someterse a inspecciones periódicas técnicas y de operación que realiza la Secretaría.

Para el transporte de materiales y residuos peligrosos, el transportista y el expedidor de la carga deberán tener las autorizaciones correspondientes que en el ámbito de su competencia emitan la Secretaría y demás dependencias del Ejecutivo Federal. El fabricante de sustancias o generador de residuos peligrosos deberá proporcionar la descripción e información complementaria del producto que se transporte, mismo que estará a disposición del transportista y las dependencias competentes que la requieran.

También se especifica que queda prohibido el transporte de materiales y residuos peligrosos por vía aérea.

## **5.9 TRATADOS INTERNACIONALES**

### *CONVENIO SOBRE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL MAR POR VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS MATERIAS*

A invitación del gobierno de la Gran Bretaña se celebró una Conferencia Intergubernamental en Londres, del 30 de octubre al 13 de noviembre de 1972, en donde se adoptó este Convenio, también conocido como Convenio de Londres sobre Vertimiento, y abierto a la firma de los Estados en las ciudades de México, Londres, Moscú y Washington, del 29 de diciembre de 1972 al 31 de diciembre de 1973, y a partir de esta fecha, a la adhesión de cualquier Estado.

Entró en vigor el 30 de agosto de 1975.

El objetivo del Convenio es el de promover el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del medio marino y prevenir la contaminación del mar por el vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos biológicos y la vida marina, reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar.

La aplicación del Convenio está referida al control de toda evacuación deliberada en el mar, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, y a todo hundimiento deliberado de los propios vehículos o construcciones citadas. En cambio, se excluye del ámbito del Convenio la prevención de la contaminación marina derivada de las operaciones normales de dichos vehículos o construcciones, o directamente originada por la exploración y explotación de los recursos minerales de los fondos marinos.

Las funciones asignadas al OIEA por el Convenio de Londres tienen relación con el vertimiento de desechos radiactivos u otras materias radiactivas, ya que en este tema es el Organismo la autoridad internacional competente. De conformidad al Convenio, está prohibido el vertimiento de ciertas sustancias, incluyendo desechos radiactivos de alto nivel.

Al Organismo se le asignan responsabilidades para: a) definir los desechos u otras materias de alto nivel radiactivo que por razones de salud pública, biológicas o de otro tipo, sea inapropiado su vertimiento en el mar; b) preparar las recomendaciones que deben tomarse en cuenta por las Partes Contratantes que requieren especial apoyo.

El vertimiento de desechos y otras materias radiactivas en el mar, serán examinadas y revisadas periódicamente por el Organismo.



### *CONVENCIÓN SOBRE LA PROTECCIÓN FÍSICA DE MATERIALES NUCLEARES*

Dos instrumentos internacionales proveen la base de la protección física de los materiales nucleares: una serie de recomendaciones y una Convención, ambas desarrollados bajo el auspicio del OIEA.

La serie de recomendaciones se desarrolló primero en 1972 y ha sido revisada en tres ocasiones desde entonces: 1975, 1977 y 1989. Los mayores propósitos de la revisión más reciente fueron el dar tratamiento igual a las preocupaciones relativas al traslado no autorizado de materiales nucleares y el sabotaje de facilidades nucleares; reflejar la existencia de la Convención sobre Protección Física de Materiales Nucleares; y reforzar las recomendaciones en varios puntos de prácticas oficiales.

Las recomendaciones reflejan un consenso amplio entre los Miembros del OIEA sobre los requisitos para la protección física efectiva. Estos se aplican al material nuclear en cuanto a su uso y transporte; al transporte internacional de material nuclear; y a las facilidades nucleares a un país. Aunque estas recomendaciones no son obligatorias, su aplicación es requerida por el OIEA en acuerdos con los Estados que reciben asistencia de éste. Un requisito equivalente se ha incluido por un número de Estados en acuerdos bilaterales de cooperación nuclear.

La Convención sobre la Protección Física de Materiales Nucleares se adoptó el 26 de Octubre de 1979 y entró en vigor el 8 de febrero de 1987. Su ámbito de aplicación es más estrecho que las recomendaciones, es decir, la Convención se aplica primariamente a los materiales nucleares mientras se de en un transporte nuclear internacional (el cual necesariamente incluye incidentes en dicho transporte).

Una Conferencia de las Partes para la revisión de la Convención se hizo en Viena en septiembre de 1992. Entre otras cosas, la Conferencia afirmó que la Convención provee una base segura para la protección física de material nuclear durante el transporte internacional y es aceptable en su forma actual.

### *CONVENCIÓN SOBRE NOTIFICACIÓN TEMPRANA DE UN ACCIDENTE NUCLEAR*

Se adoptó en 1986 después del accidente de la planta nuclear en Chernobyl. La Convención establece un sistema de notificación para accidente nucleares, los cuales tienen una gran trascendencia más allá de los límites nacionales de un Estado Parte, que podría ser de seguridad radiológica signficante para otro Estado. Esto requiere que el Estado reporte el tiempo del accidente, localización, liberación de radiación y otros datos esenciales para asesorar la situación.

La notificación se le puede hacer a los Estados afectados directamente o a través del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), o el mismo OIEA, por sí solo.

La notificación es obligatoria para cualquier accidente nuclear que incluye facilidades y actividades mencionadas en el artículo 1; de acuerdo al artículo 3, los Estados deben notificar otros accidentes, por igual. Los 5 Estados militarmente nucleares (China, Francia, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos) han declarado su intención de reportar también accidentes que se relacionen con armas y pruebas nucleares.

#### *CONVENCIÓN SOBRE ASISTENCIA EN EL CASO DE UN ACCIDENTE NUCLEAR O EMERGENCIA RADIOLÓGICA*

Se adoptó en 1986, después del accidente nuclear de Chernobyl. Esta Convención muestra un marco internacional de cooperación entre Estados Parte con el OIEA para facilitar la pronta asistencia y mantenimiento en el momento de un accidente nuclear o emergencias radiológicas. Esto requiere que los Estados notifiquen al OIEA de sus expertos disponibles, equipo, y otros materiales necesarios para proveer asistencia. En caso de una petición, cada Estado Parte decide si pueden dar la asistencia pedida al igual que su alcance y términos. La asistencia debe ser ofrecida sin costo alguno tomando en cuenta inter alia las necesidades de desarrollo de los países y las necesidades particulares de aquellos que no tienen instalaciones nucleares. El OIEA sirve como el punto focal para dicha cooperación a través del intercambio de información, mantenimiento de esfuerzos, y la provisión de sus servicios disponibles.

#### *CONVENCIÓN SOBRE SEGURIDAD NUCLEAR*

Esta Convención fue adoptada en Viena el 17 de junio de 1994. La Convención fue redactada durante una serie de reuniones de expertos de alto nivel, entre 1992 y 1994 y fue el resultado de un trabajo considerable de las autoridades nucleares nacionales, gobernantes y la Secretaría de la Agencia. Su objetivo es la participación legal de los estados participantes que operan plantas nucleares terrestres para mantener un alto nivel de seguridad a través de la colocación de puntos de referencia internacional a los cuales los Estados se suscriban.

Estas obligaciones de las Partes están basadas en un largo compendio de principios contenidos en el Documento de Seguridad Fundamental del OIEA "La Seguridad de las Instalaciones Nucleares". Estas obligaciones cubren la instancia, asentamiento, diseño, construcción operación, la disponibilidad del financiamiento adecuado y recursos humanos, la asesoría y verificación de la seguridad, la calidad y la preparación para una emergencia.

La Convención es un instrumento incentivo. No está diseñada para asegurar el cumplimiento de las obligaciones por las Partes a través del control y sanción pero está basada en el interés común de conseguir altos niveles de seguridad los cuales serán desarrollados y promovidos a través de reuniones regulares de las Partes. La Convención obliga a los Estados a dar reportes sobre la implementación de sus requisitos para la revisión minuciosa en las reuniones de las Partes que se dan en el OIEA. Este mecanismo es la principal innovación y un elemento dinámico de la Convención.

La regulación del uso de la energía nuclear, como se ha visto, ha obedecido a eventos internacionales de gran magnitud y consecuencia para los demás Estados.

La existencia de organismos internacionales especializados en el ámbito nuclear es vital para el impulso de mecanismos legales y técnicos, en el momento de un incidente nuclear, dichos organismos han contribuido a la optimización del uso seguro de la energía nuclear, sin dejar también, de mantenerse dentro de las políticas internas de los Estados para la aceptación de la inversión privada en el sector energético.

## CAPITULO 6

# ORGANISMOS INTERNACIONALES EN EL ÁMBITO NUCLEAR

## 6.1 ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Como resultado de la *Primera Conferencia de Ginebra* en 1955, se mostró la urgencia de crear el organismo. Se evidenció el avance de varios países en materia nuclear que confirmaba la utilidad de contar con un organismo internacional dedicado al fomento de la cooperación en asuntos nucleares.

La X Asamblea General de Naciones Unidas creó un grupo de trabajo formado por ocho naciones más Brasil, Checoslovaquia, India y Unión Soviética, que formularía sus propias reglas de procedimiento, de revisar el proyecto del Estatuto y de preparar una conferencia internacional para establecer el texto final. Además, este grupo representaba a los potenciales proveedores de equipo y materiales nucleares, prepararon el proyecto de Estatuto de acuerdo a sus intereses y sobre el cual la Conferencia fundamentó sus deliberaciones.

Salvo la escasa representatividad en el grupo de 12 naciones y las limitadas aportaciones en el monto de los costos para el establecimiento de las instalaciones del nuevo organismo, los países en desarrollo, sólo contaron con una elogiosa paciencia frente a las insistencias de que nada contenido en el texto propuesto debería ser cambiado, con la expectativa de los beneficios que fluirían de la naciente organización. Las aplicaciones pacíficas de la energía atómica, particularmente el diseño, construcción y operación de reactores nucleares les era prácticamente desconocido a los países en desarrollo.

" A partir del 26 de octubre de 1956 el Estatuto del OIEA fue abierto a la firma, por un período de noventa días, de los Estados miembros de las Naciones Unidas o de cualquiera de sus organismos especializados.

Para llegar a ser Partes en el Estatuto, los Estados signatarios tuvieron que cumplir con el requisito de depositar su instrumento de ratificación. El Estatuto entró en vigor el 29 de julio de 1957 con una doble condición: a) ratificación por 18 Estados signatarios; b) que entre esos 18 Estados figuraran por lo menos 3 de los siguientes: Canadá, Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Unión Soviética." (52)

“ Los objetivos del OIEA son: acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero; 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; fomentar y facilitar en el mundo entero la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía atómica con fines pacíficos, proveyendo para este fin y de conformidad al Estatuto los materiales, servicios, equipo e instalaciones; para fomentar tanto el intercambio de información científica como la formación de hombres de ciencia y expertos en el campo de la utilización pacífica de la energía atómica; establecer y aplicar salvaguardias destinadas a asegurar que los materiales y equipos nucleares no sean utilizados de modo que contribuyan a fines militares; para establecer normas, en colaboración con las Naciones Unidas y con los organismos especializados, con la finalidad de proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y propiedad, y para adquirir o establecer cualesquier instalaciones, establecimientos y equipo útiles en concordancia con sus funciones; actuará de acuerdo con los propósitos y principios pacíficos de las Naciones Unidas; presentará informes sobre sus actividades anualmente a la Asamblea General de Naciones Unidas; establecerá un control sobre la utilización de los materiales fisionables que reciba; 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; no condicionará la prestación de asistencia a circunstancias incompatibles con las estatutarias y deberá observar respeto por los derechos soberanos de los Estados.” (53)

### *ESTRUCTURA*

Las Partes que constituyen al OIEA son los países que han aceptado ser Estados miembros del mismo, mientras que sus órganos estatutarios son la Conferencia General, la Junta de Gobernadores y la Secretaría.

Existen otros órganos no estatutarios que son conocidos como comités, consejos, grupos de expertos entre otros, que han sido creados en el interior y alrededor del Organismo, en parte por alguno de los órganos principales y por la otra debido a la acción conjunta del Organismo con otros organismos internacionales y que han respondido a planes generales o particulares de acción, por lo que su clasificación no es posible efectuarla en forma constante y rígida.

---

53. *Ibidem*. Pág. 22

## *CONFERENCIA GENERAL*

Es el órgano supremo del Organismo. La Conferencia General está compuesta por las delegaciones de todos los Estados miembros, los cuales se hacen representar en los períodos de sesiones por un delegado, a quien podrán agregarse suplentes y consejeros.

Los períodos de sesiones se celebran en Viena, sede del OIEA.

Las funciones y poderes de la Conferencia General, pueden ser divididos en generales y específicos, y estos últimos a su vez en aquellos que pueden ser ejercidos independientemente de la Junta de Gobernadores y los que han de ser ejercidos bajo recomendación de la propia Junta.

### **I. Generales:**

- Discutir cualquier cuestión o asunto dentro del ámbito del Estatuto o que se refiera a los poderes y funciones de cualquiera de los órganos estatutarios.
- Dirigir recomendaciones a los Estados miembros y a la Junta.
- Proponer materias a ser consideradas por la Junta.
- Solicitar a la Junta la presentación de informes.
- Tomar decisiones sobre cualquier asunto que expresamente le remita la Junta para este fin.

### **II. Específicos, independientemente de la Junta.**

- Elección de miembros de la Junta.
- Consideración del informe anual de la Junta.
- Aprobación de Enmiendas al Estatuto.
- Solicitud de opiniones consultivas a la Corte Internacional de Justicia.
- Fijación de la escala de cuotas para sufragar el presupuesto ordinario en cuanto a gastos administrativos.
- Rehabilitación de los derechos de un miembro para votar, no obstante la mora en cuotas.
- Llevar a cabo revisiones generales del Estatuto.
- Organización de la Conferencia por sí misma: decisión para que una sesión particular de la Conferencia tenga lugar fuera de la sede; adopción de reglas de procedimiento y determinar aquellas decisiones, además de las especificadas en el Estatuto, que han de ser tomadas por votación de dos tercios.

### **III. Específicos, bajo recomendación por la Junta.**

- Aprobación para admitir nuevos miembros.
- Suspensión de los privilegios y derechos de un miembro.
- Aprobación del presupuesto.
- Aprobación de los informes a ser presentados a las Naciones Unidas.
- Aprobación de acuerdos con organizaciones internacionales.
- Aprobación del nombramiento del Director General.

- Aprobación de reglas generales relativas al reglamento del personal.
- Aprobación de reglas y limitaciones sobre la facultad de la Junta para contratar préstamos.
- Aprobación de reglas relativas a la aceptación de contribuciones voluntarias.
- Aprobación de la forma en que el fondo general debe ser utilizado.

" México, que forma parte del Grupo de los 77, ha ocupado en varias ocasiones la vicepresidencia en períodos de sesiones de la Conferencia General, y en 1968 ocupó la presidencia el embajador mexicano Sandoval Vallarta." (54)

#### *JUNTA DE GOBERNADORES*

La Junta de Gobernadores saliente designa como miembros de la propia Junta a los nueve miembros que son considerados como los más adelantados en la tecnología de la energía atómica.

Al ser ésta el órgano con funciones ejecutivas y el enlace entre la Conferencia General y la Secretaría rebasa en muchas ocasiones el poder de los otros dos órganos del Organismo, en virtud de que la Junta está facultada para recomendar a la Conferencia para su aprobación, los asuntos de importancia e informes preparados en primera instancia por la Secretaría, así como para proponer los mecanismos idóneos de ejecución por la Secretaría de las resoluciones de la Conferencia.

Sus funciones son:

- Designar a miembros de la Junta sucesora.
- Crear los comités que juzgue convenientes.
- Nombrar personas que la representen en sus relaciones con otras organizaciones.
- Someter a la Conferencia General el presupuesto anual, preparado inicialmente por la Secretaría.
- Preparar para aprobación de la Conferencia tanto los informes anuales sobre los asuntos del Organismo y proyectos de futuros trabajos, como los informes que el Organismo debe presentar ante las Naciones Unidas u otros organismos internacionales.

#### *SECRETARÍA*

La Secretaría del OIEA está constituida por personal especializado y calificado, con un Director General al frente de la misma. El Director General es el más alto funcionario administrativo del Organismo y es nombrado por la Junta de Gobernadores, con la aprobación de la Conferencia General, para un período de cuatro años.

En la Secretaría, aunque el Director General tiene a su cargo el nombramiento y la designación de funciones para el personal, la Junta establece la reglamentación sobre las condiciones de nombramiento, remuneración y separación del trabajo. Además, el Director General está bajo la autoridad y fiscalización de la Junta.



El personal de la Secretaría no solicitará o recibirá instrucciones de ninguna procedencia ajena al Organismo.

## **6.2 LA AGENCIA DE ENERGÍA NUCLEAR**

La Agencia de Energía Nuclear ( AEN ) es un órgano semiautónomo dentro de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), localizado en París, Francia. El objetivo de la Agencia es contribuir al desarrollo de la energía nuclear como un recurso energético económico, aceptable, seguro y no nocivo para el medio ambiente, a través de la cooperación entre los países participantes.

La membresía actual de la AEN consiste de 25 países de Europa, América y Australia. Esto representa el 85% de la capacidad nuclear instalada en el mundo e incluye una gran mayoría de los países más avanzados en el campo de la energía nuclear:

- |                   |              |                  |
|-------------------|--------------|------------------|
| - Australia       | - Grecia     | - Países Bajos   |
| - Austria         | - Hungría    | - Noruega        |
| - Bélgica         | - Islandia   | - Portugal       |
| - Canadá          | - Irlanda    | - España         |
| - República Checa | - Italia     | - Suecia         |
| - Dinamarca       | - Japón      | - Suiza          |
| - Finlandia       | - Corea      | - Turquía        |
| - Francia         | - Luxemburgo | - Reino Unido    |
| - Alemania        | - México     | - Estados Unidos |

El personal total de la AEN se compone de alrededor de 80 personas. Muchos del personal profesional está compuesto por expertos técnicos y científicos en los campos específicos en materia nuclear. El presupuesto anual de la Agencia es de 75 millones de francos franceses (US \$12 millones).

La AEN tiene dos componentes principales, la Secretaría Principal y los Datos del Banco, cada uno con su propio presupuesto y miembros.

La Comisión Europea toma parte en el trabajo de la AEN. Hay un acuerdo con la Agencia Internacional de Energía Atómica.

La AEN se formó en 1958 como la Agencia Europea de Energía Nuclear para permitir a los países de Europa Occidental unir sus recursos científicos y financieros con respecto al desarrollo de la energía nuclear. En 1970, la AEN se convirtió en la Agencia de Energía Nuclear cuando se expandió al incluir a Australia, Japón, y mucho después, a los Estados Unidos y Canadá. La AEN tiene una pequeña

y homogénea membresía consistente de países industrializados que comparten principios democráticos y economía de libre mercado. Dos terceras partes de los miembros tienen programas nucleares en varias fases de desarrollo.

Su misión es "...asistir a sus países miembros en el mantenimiento y favorecimiento del desarrollo, a través de la cooperación internacional, las bases científicas, tecnológicas y legales requeridas para un uso seguro, económico, ambiental y amistosamente para propósitos pacíficos, al igual que la provisión de asesoramiento autorizado y el avance de comprensiones comunes sobre temas claves, como la entrada a las decisiones gubernamentales sobre la política nuclear y ampliar las políticas de análisis de la OCDE en áreas como energía y desarrollo sostenible...." (55)

Sus objetivos son:

- Ser un foro para el compartimiento de información y experiencia entre los países miembros y la promoción de la cooperación internacional.
- Ser un centro de competencia nuclear que ayude a los miembros a unir a sus expertos técnicos y mantener sus políticas nucleares.
- Proveer a los países miembros y a otras partes de la OCDE con análisis en las políticas nucleares basadas en su trabajo técnico.
- Ser una parte clave en la comunidad nuclear.

" El propósito de la Agencia persigue estos objetivos a través de un programa balanceado adhiriendo temas claves como la seguridad y el licenciamiento nuclear, el manejo del desperdicio radioactivo, protección contra la radiación, economía y tecnología para el ciclo del combustible nuclear, ciencias nucleares, leyes nucleares y responsabilidad, e información pública. El Banco de Datos de la AEN ofrece servicios científicos a un amplio índice de usuarios en laboratorios, industria y universidades dentro y fuera del área de la OCDE." (56)

La AEN coopera con países no miembros de Europa Central y del Este y Rusia en campos como seguridad nuclear, protección radiológica y legislación nuclear. Uno de los principales objetivos de este programa es asistir a dichos países en el planeamiento, desarrollo y ejecución de la investigación en seguridad nuclear.

#### *MÉTODOS DE TRABAJO Y ACTIVIDADES*

La eficiencia de la AEN como una herramienta intergubernamental para la cooperación nuclear emerge no sólo de los expertos de los miembros, sino también de métodos de trabajo.

---

55. <http://www.nea.fr/html/nea/flyeren.html/>

56. *Ibidem*

Siete comités técnicos internacionales compuestos de expertos altamente calificados de los países miembros, desarrollan y ejecutan el Programa de Trabajo con la asistencia de la Secretaría Internacional. En suma a los comités técnicos a fondo de trabajo, la AEN se inclina por el establecimiento de proyectos comunes semiautónomos entre las organizaciones interesadas en los países miembros, dirigidos al intercambio de información en el campo científico y técnico, o al desarrollo de los programas de investigación y desarrollo de interés común.

La Secretaría Internacional se conforma de la siguiente manera:

- Oficina del Director General:

a) Seguridad y Regulación

- i. Protección Radiológica y Manejo de Desechos Radiactivos
- ii. Seguridad Nuclear

b) Asuntos Legales

c) Unidad de Manejo de Mantenimiento

d) Secretaría Central de Información y Publicaciones

e) Desarrollo, Ciencia e Informática

- i. Desarrollo Nuclear
- ii. Banco de Datos
- iii. Ciencias Nucleares

En cuanto a regulación y seguridad nuclear, los objetivos son:

- Mantener una adecuada capacidad de investigación en seguridad nuclear en los países miembros.
- Tratar con las cuestiones de tiempo de vida de una planta nuclear.
- Analizar la experiencia operativa a través del Sistema de Reportes de Incidentes (SRI) en los reactores, y un sistema similar que trata los incidentes en las plantas de ciclo de combustible nuclear.
- El desarrollo de propuestas para la aplicación de asesoría en seguridad probabilística.
- El establecimiento de proyectos internacionales de investigación.
- El desarrollo de enfoques para los desafíos regulatorios actuales y futuros.
- Provisión de consejos a los países miembros en la implementación internacional de los estándares de protección radiológica.
- Asesoramiento de los riesgos de la radiación en el contexto de otros riesgos y la integración de la toma de decisiones sobre las preocupaciones del público.
- Coordinación internacional para los ejercicios de emergencia nuclear.
- El manejo del sistema de intercambio de información de la AEN sobre la exposición a la radiación.

Para el manejo de desechos radioactivos, los objetivos son:

- Desarrollo común de propuestas para las estrategias en el manejo de desechos radioactivos.
- La creación de confianza en la asesoría de gran alcance de los sistemas de disposición del desecho y sus métodos de evaluación.
- El arreglo de revisiones minuciosas de programas nacionales.

En cuanto a desarrollo nuclear, se distinguen:

- Proveer análisis del papel del poder nuclear en la energía, metas políticas, incluyendo el asesoramiento de factores económicos, institucionales, tecnológicos y de recursos.
- Publicar las estadísticas y proyecciones en la energía nuclear en el área de la OCDE, y estimar el abastecimiento y demanda del uranio y servicios del ciclo de combustible nuclear.
- Asesoramiento del impacto ambiental que concierna a políticas nucleares.

En el campo de las ciencias nucleares

- Mantenimiento del desarrollo en el conocimiento científico y el entendimiento en campos tan importantes del poder nuclear, como aspectos físicos del ciclo de combustible, seguridad criticable y el reciclamiento del plutonio.
- Alentar la investigación básica dirigida al mantenimiento y desarrollo de expertos en los países miembros.

El Banco de Datos ofrece:

- Abastecimiento de datos nucleares y programas computacionales para las aplicaciones tecnológicas nucleares a usuarios en países miembros.
- Trabajo hacia una base de datos internacional aprobada, de datos (sic) evaluados y la aplicación de métodos de seguridad con calidad para manejarlos.
- El mantenimiento científico a otras partes de la AEN, por ejemplo la Base de Datos de Químicos Termodinámicos, proyecto en colaboración con el Comité de Manejo de Desechos Radioactivos de la AEN.

Los asuntos legales otorgan:

- Contribución a la modernización del régimen de responsabilidad nuclear internacional (Convenciones de París, Bruselas y Viena).
- Provisión de consejos a sus miembros sobre el establecimiento de leyes nacionales nucleares y regulaciones, y asistir a países de Europa Central y del Este, y a Rusia, para desarrollar sus legislaciones nacionales nucleares similares a las de Occidente para facilitar su integración dentro del régimen internacional.
- Mantener estudios y la difusión de información sobre derecho nuclear.

La información al público propone lo siguiente:

- Difusión, a través de un programa amplio de publicaciones, consensos y estudios autorizados en cuestiones científicas, técnicas, económicas y legales para asistir a los procesos de decisión de los países miembros en materia de energía nuclear.

La organización de la AEN se estructura de la siguiente manera:

*CONSEJO DE LA OCDE*

- Comité Permanente para la Energía Nuclear
- a) Comité para el Manejo de Desechos Radiactivos
- b) Comité para la Protección Radiológica y Salud Pública
- c) Comité para las Seguridad en las Instalaciones Nucleares
- d) Comité para la Regulación de Actividades Nucleares
- e) Grupo de Expertos Gubernamentales sobre Responsabilidad a Terceros en Materia de Energía Nuclear
- f) Comité para Estudios Técnicos y Económicos sobre el Desarrollo de la Energía y Cido de Combustible Nucleares.
- g) Comité de Ciencias Nucleares
- i. Banco de Datos
- h) Programa de Publicaciones e Información de la AEN.

La AEN es la única organización intergubernamental en materia de la cooperación pacífica nuclear la cual trae consigo a los países desarrollados de Norteamérica, Europa y Australasia, en un armonioso, pequeño y no político foro con un enfoque técnico relativamente estrecho. Provee a cada miembro los mejores expertos nucleares del mundo en un clima de confianza y entendimiento mutuos. " Sus particulares esfuerzos son la profundidad y calidad de sus actividades orientadas a las necesidades específicas de los países miembros, flexibilidad y habilidad para ubicar temas sobre bases actuales, y métodos de trabajo que dependen de la construcción de consensos y el compartimiento de tareas entre sus miembros." (57)

### **6.3 COMITÉ CIENTÍFICO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LOS EFECTOS DE LA RADIACIÓN ATÓMICA (UNSCEAR)**

Se estableció en 1955 por la Asamblea General.

“ Sus funciones son:

- a) Recibir y reunir de forma útil y apropiada la siguiente información radiológica proporcionada por los Estados Miembros de las Naciones Unidas o miembros de organismos especializados:
  - i. Reportar de niveles observados de radiación ionizante y radioactividad en el medio ambiente;
  - ii. Reportes de observaciones científicas y experimentos relevantes de los efectos de la radiación ionizante sobre el hombre y el medio ambiente ya emprendidas por los cuerpos científicos nacionales o autoridades de los Gobiernos nacionales;
- b) Recomendar estándares uniformes con respecto a los procedimientos de recolección de muestras e instrumentación, y la cuenta de los procedimientos de radiación que sean usados en análisis para la recolección de muestras;
- c) Compilar y armar de manera integrada varios reportes, referentes a los subpárrafos (a) (i) anteriores, sobre niveles radiológicos observados;
- d) Revisar y confrontar reportes nacionales, referentes en el subpárrafo (a) (ii) mencionados, para la evaluación de cada reporte y determinar su utilidad para los propósitos del Comité;
- e) Hacer reportes anuales de progresos y desarrollar, a partir del 1 de julio de 1958, o posteriores, si los hechos reunidos garantizan un sumario de reportes recibidos sobre niveles de radiación y los efectos de la misma sobre el hombre y el medio ambiente junto con las evaluaciones previstas en el subpárrafo (d), y las indicaciones de proyectos de investigación que podrían requerir algún estudio adicional;
- f) Transmitir de vez en cuando, como se considere apropiado, los documentos y evaluaciones referentes a los párrafos anteriores a la Secretaría General para la publicación y difusión a los Estados Miembros de las Naciones Unidas o miembros de organismos especializados.” (58)

Para desarrollar sus funciones y papel, el UNSCEAR revisa reportes publicados y documentos técnicos presentados por Estados Miembros de Naciones Unidas, por organismos especializados y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), y entonces estima los niveles y efectos de exposición a la radiación ionizante. Lo reporta a la Asamblea General, presentando breves reportes progresivos sobre sus actividades en muchos años y otro reporte sustantivo sobre sus conclusiones cada cinco años o más. El último reporte sustantivo se publicó en tres partes, en 1993, 1994 y 1996.

---

58. UNSCEAR. *“Considerations of the functions and role of the United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation”*. Resolución A/RES/52/55. 1998

Al momento que el UNSCEAR fue establecido, había una extensa preocupación en muchos países acerca de los riesgos de la lluvia radioactiva diseminada por las entonces pruebas de armas nucleares en la atmósfera. Las actividades del UNSCEAR han sido expandidas para cubrir la recolección y evaluación de la información de los niveles de radiación ionizante en general, incluyendo la radiación de otras fuentes aparte de las pruebas nucleares. Así, las fuentes de exposición a la radiación ionizante, actualmente asesoradas por el UNSCEAR incluyen: el fondo natural (el incidente de rayos cósmicos sobre la Tierra y los radionucleidos presentes en cualquier lado en el medio ambiente - y también en el mismo cuerpo humano); las actividades nucleares y prácticas como la producción y uso de radioisótopos y radiofarmacéuticos, aplicaciones médicas e industriales de radiación, y la producción con poder nuclear (incluyendo la recolección y procesamiento de los yacimientos de uranio); y los residuos radioactivos de pruebas con armas nucleares pasadas y accidentes radiológicos.

" El UNSCEAR también estudia los efectos biológicos de la exposición a la radiación ionizante y estima los riesgos inherentes a la salud de dicha exposición. Estos efectos incluyen daños intensos a los tejidos debido a las altas dosis de radiación (también llamados efectos determinísticos), al igual que aquellos que resultan de la sobreexposición en el momento de un accidente, efectos somáticos posteriores y efectos hereditarios atribuibles a los bajos niveles de las dosis de radiación (también llamados efectos estocásticos). Los coeficientes de riesgo para los efectos estocásticos son estimados de los estudios epidemiológicos de los grupos de la población expuestos a la radiación, incluyendo a los sobrevivientes de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki, pacientes expuestos a la radiación debido a propósitos terapéuticos o de diagnóstico, trabajadores de la radiación, e individuos expuestos a la radiación aumentada en el medio ambiente. También son estimados a la luz de conclusiones de investigaciones radiobiológicas. Los resultados de las asesorías del UNSCEAR son las bases para estimaciones cuantitativas de los efectos en la salud debido a la exposición a la radiación de poblaciones humanas." (59)

En 1995, el UNSCEAR emprendió un programa nuevo de revisión de fuentes de exposición a la radiación ionizante y sus efectos biológicos. De acuerdo a las expectativas actuales, un reporte comprensivo con anexos científicos detallados será publicado en el año 2000. Las asesorías del UNSCEAR constituirá, como en el pasado, una base autoritativa para la evaluación y comparación de exposiciones a la radiación ionizante de varias fuentes. Además el entendimiento de los mecanismos del daño celular causado por la respuesta celular a la radiación ionizante y los efectos biológicos en los organismo proveerán de una base estrecha para la determinación de los riesgos por la exposición radioactiva.

El UNSCEAR está para examinar los datos disponibles para el asesoramiento de los riesgos de las malevolencias de radiación inducida y los efectos hereditarios en bajas dosis y bajos índices. El énfasis incrementado está siendo colocado por el UNSCEAR sobre el asesoramiento de efectos sinérgicos combinados con la radiación ionizante y otros agentes genotóxicos.

" Gracias a su método independiente de operación y a la calidad de sus reportes, el UNSCEAR ha contribuido sustancialmente a la búsqueda de un medio ambiente seguro y ha llegado a ser una autoridad mundial en este campo. El OIEA considera que el UNSCEAR ha cumplido de una manera ejemplar las funciones y papel asignados por la Asamblea General y que estas mismas, que son de gran importancia para el OIEA, continúan siendo apropiadas." (60)

#### *ADMINISTRACIÓN DEL UNSCEAR*

El UNSCEAR tiene una Secretaría - actualmente compuesta por un Grupo Profesional y dos Grupos de Servicios Generales. Los documentos para revisión del UNSCEAR son preparados principalmente por dos consultantes de los cuales sus servicios están frecuentemente libres de cargos por los Estados Miembros de las Naciones Unidas. Los recursos financieros del UNSCEAR son provistos por la Asamblea a través del programa presupuestal de la ONU.

La Secretaría del UNSCEAR, originalmente estaba localizada en Nueva York, en las oficinas centrales de la ONU, con la Oficina de la Secretaría Especial de Asuntos Políticos Especiales, responsable de los acuerdos administrativos. La idea de transferirla a Europa, aparentemente para facilitar las relaciones con las secretarías de organizaciones internacionales relevantes europeas, como el OIEA, la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Secretaría del Programa Ambiental de Naciones Unidas (UNEP por sus siglas en inglés), se iba a establecer en Génova. En 1974 la Asamblea aceptó una oferta de ubicación hecha por el Gobierno de Austria, y entonces la Secretaría del UNSCEAR se trasladó a Viena.

" En 1976, el Comité se adjuntó a la UNEP, dejando de ser una responsabilidad de la Oficina de la Secretaría General de Asuntos Políticos. De acuerdo con el convenio entre el Director General de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Director Ejecutivo de la UNEP, se iba a proveer el mantenimiento administrativo del UNSCEAR a través de la Secretaría General de la ONUDI. Con su establecimiento en 1979, la Oficina de las Naciones Unidas en Viena asumió la responsabilidad para el financiamiento de la Secretaría del UNSCEAR." (61)



## CAPITULO 7

# REGLAMENTACIÓN JURÍDICA INTERNACIONAL EN MATERIA DE RESPONSABILIDAD CIVIL

## 7.1 IMPORTANCIA DEL MARCO LEGAL INTERNACIONAL

La mitigación de las consecuencias de un accidente nuclear a través de una compensación pronta y adecuada es un componente importante del régimen para la utilización segura de la energía nuclear. Actualmente algunas convenciones internacionales regulan la responsabilidad por daños nucleares.

La primera es la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares que concluyó bajo el auspicio del OIEA. Esta Convención es internacional en su ámbito pero sólo 14 Estados la ha ratificado. La segunda es la Convención de París de 1960 sobre la Responsabilidad a Terceros en el Campo de la Energía Nuclear concluida en el marco de la OCDE. Esta Convención, que tiene carácter regional y 14 Estados Europeos Occidentales la han ratificado, fue suplementada en 1963 con la Convención Suplementaria de Bruselas. Ambas, la Convención de París y la Convención de Bruselas han sido enmendadas por sus respectivos Protocolos en 1964 y 1982.

Los principios básicos de las Convenciones de París y Viena son idénticas. Ambas están basadas en la responsabilidad exclusiva y estricta de una instalación nuclear, sobre la limitación de responsabilidad en tiempo y cantidad, y sobre la jurisdicción de las cortes del Estado de la Instalación. Ambas Convenciones proveen una cantidad mínima de compensación y la cobertura financiera a través de un seguro u otra seguridad financiera y, en el caso de la Convención Suplementaria de Bruselas, a través de un sistema de fondos estatales.

“ Otras dos Convenciones tratan la cuestión de la responsabilidad en el contexto del transporte marino. La Convención sobre la Responsabilidad de los Operadores de Barcos Nucleares de 1962, la cual no ha entrado en vigor todavía, y la Convención Concerniente a la Responsabilidad Civil en el Campo del Transporte Marítimo de Materiales Nucleares de 1971. Ambas Convenciones están basadas en el principio de la responsabilidad irrestricta del operador.” (62)

Por lo que se refiere a los incidentes nucleares en el espacio exterior, la responsabilidad por daños nucleares es cubierta por la Convención sobre Responsabilidad Internacional por Daños Causados por Objetos Espaciales de 1972. Este gobernaría, *inter alia*, situaciones donde un objeto espacial ya sea que se impulsara con poder nuclear, o cargara objetos nucleares. En 1992 la Asamblea General de Naciones Unidas adoptó una resolución sobre los principios relevantes en el uso de recursos nucleares en el espacio exterior.

Para las plantas nucleares, el accidente de Chernobyl puso en evidencia el que el régimen de responsabilidad no era adecuado para asegurar una compensación rápida y equitativa, particularmente al momento de un daño de gran escala. Esto fue por la aplicación territorial limitada del régimen, su definición reducida de daño, y el bajo nivel de compensación garantizada bajo ésta.

Este régimen existente ha sido reforzado. En 1988 se concluyó el Protocolo Común para la Aplicación de la Convención de París y la Convención de Viena. Su objetivo básico es extender el ámbito de aplicación de ambas Convenciones. Esto también resuelve el conflicto potencial de las leyes las cuales podrían resultar de una aplicación simultánea de las dos Convenciones al mismo accidente nuclear, notablemente en el caso del transporte internacional.

En 1990, la Junta de Gobernadores del OIEA decidió establecer un Comité Permanente sobre Responsabilidad por Daños Nucleares.

" En septiembre de 1997, los gobiernos dieron un paso significativo hacia el mejoramiento del régimen de responsabilidad civil por daños nucleares. Una Conferencia Diplomática en la sede del OIEA en Viena, del 8 al 12 de septiembre de 1997, en donde delegados de 80 países adoptaron el Protocolo de Enmienda a la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares y también adoptó la Convención de Financiamiento Suplementario por Daños Nucleares. El Protocolo muestra el límite posible de la responsabilidad del operador en menos de 300 millones de DEG's (equivalente a 400 millones de dólares). La Convención sobre Financiamiento Suplementario define cantidades adicionales provistas a través de contribuciones de los Estados Miembros en base a la capacidad nuclear instalada y al índice de asesoramiento de Naciones Unidas." (63)

## **7.2 CONVENCIÓN DE PARÍS DE 1960 SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL EN EL CAMPO NUCLEAR**

Esta Convención no se aplica a incidentes nucleares que ocurran en el territorio de una parte no contratante, así como los daños sufridos en dicho territorio.

De acuerdo a este texto, se considera como responsable al operador: por daños o pérdidas de vida de cualquier persona, así como los daños y pérdidas de cualquier propiedad, excepto de la misma instalación nuclear, o cualquier otra instalación nuclear, incluyendo a alguna que se encuentre en construcción cerca del sitio de donde está instalada aquella, además de aquellas que sean usadas en conexión con dicha instalación, hasta probar que dicho daño o pérdida se causó en esta instalación;

Cuando el daño o la pérdida sea causado de forma conjunta por un incidente nuclear y otro externo, la parte del daño o pérdida, no se considerará de manera aislada de los daños o pérdidas causados por este incidente nuclear.

Cuando el daño o la pérdida se ha causado por un incidente nuclear y por una emisión de radiación de ionizantes no cubiertas por esta Convención, esta misma no limitará o afectará la responsabilidad de cualquier persona que tenga que ver con esa emisión de radiación de ionizantes.

En cuanto al transporte de sustancias nucleares, se considerará responsable al operador de una instalación nuclear, de daños que se hayan probado previamente que indujeron al accidente nuclear, fuera de esa instalación y que conlleven sustancias nucleares en el curso del transporte, solamente si el incidente ocurre: antes de que la responsabilidad haya sido asumida por escrito por el operador de otra planta nuclear; Antes de que el operador de otra instalación nuclear se haga cargo de las sustancias nucleares; donde dichas sustancias vayan a ser usadas en un reactor comprimido, en términos transporte, y antes de que la persona debidamente autorizada para operar ese reactor se haya hecho cargo de las sustancias nucleares; a donde hayan sido enviadas las sustancias nucleares, a una persona dentro del territorio de una parte no contratante, antes de haber sido descargadas de los medios de transporte a través de los cuales se hayan mandado al territorio de esa Parte no Contratante.

El operador de una planta nuclear será responsable de los daños, que han sido causados por un incidente nuclear fuera de esa instalación y que envuelvan sustancias nucleares en el curso de transporte, solamente si este incidente ocurre: después de que la responsabilidad con respecto a incidentes nucleares que conlleven las sustancias nucleares, haya sido asumida por él, de forma escrita; después de que él se haya hecho cargo de las sustancias nucleares, así como después de haber asumido el cargo de dichas sustancias del operador de un reactor comprimido en un medio de transporte.

El operador responsable de acuerdo a esta Convención deberá proveer al transportista, con un certificado a nombre del asegurador u otra garantía financiera que proporcione la seguridad requerida. Una Parte Contratante podría excluir esta obligación con relación al transporte que se dé completamente dentro de su propio territorio. El certificado deberá establecer el nombre y dirección de ese operador, así como la cantidad, tipo y duración de la seguridad.

Si el combustible nuclear o los productos radioactivos envueltos en un incidente nuclear hayan estado en más de una instalación nuclear, y están en alguna al momento de un accidente, ningún operador de las otras instalaciones nucleares en las que hayan estado previamente, será responsable. Aún más, si el daño es causado por un incidente nuclear en una instalación nuclear y que envuelvan sustancias nucleares almacenadas ahí, de manera incidental, el operador de la planta nuclear no será responsable, cuando otro lo sea.

Si los elementos antes mencionados (combustible y productos radioactivos) envueltos en un incidente nuclear hayan estado en más de una planta nuclear y no se encuentran en una al momento del accidente, ningún operador más que el de la última instalación nuclear en la cual se encontraban antes del daño, o algún operador que se haya hecho cargo de los mismos y asumido su responsabilidad por escrito, será tomado como responsable. Pero si los daños que se den por más de un operador, la responsabilidad de ellos será de forma conjunta.

La cantidad máxima para cubrir la responsabilidad del operador con respecto algún daño causado por un incidente nuclear, será de 15 millones de DEG's.

Cada Parte Contratante, tomando en cuenta las posibilidades del operador para obtener el seguro o cualquier otra garantía financiera, podrá establecer a través de su legislación mayor o menor; además, teniendo en cuenta la naturaleza de la instalación nuclear o de las sustancias nucleares usadas en la misma y las probables consecuencias de algún incidente que se origine de esta, pueden establecer una cantidad menor, de hasta 5 millones de DEG's (no se aceptan cantidades menores a esta).

Una Parte Contratante puede someter el tránsito de sustancias nucleares a través de su territorio, a la condición de que la máxima cantidad de la responsabilidad del operador extranjero sea incrementada, si se considera que dicha cantidad no cubre adecuadamente en los riesgos de un incidente nuclear en el curso el tránsito: proveyendo que la máxima cantidad ya incrementada no excederá la máxima cantidad de la responsabilidad de los operadores de instalaciones nucleares situadas en su territorio.

### **7.3 PROTOCOLO DE BRUSELAS DE 1963 SUPLEMENTARIO A LA CONVENCIÓN DE PARÍS DE 1960**

Su objetivo es el de implementar las medidas previstas en la Convención de París con miras a incrementar la cantidad de compensación por daños que llegasen a resultar del uso de la energía nuclear con propósitos pacíficos.

Según esta Convención, las provisiones de la misma están sujetas a la Convención de París y se aplicarán a los daños causados por incidentes nucleares, en territorio de un estado contratante. Aquí es donde no se incluye a Estados no miembros de la misma.

Sea aplicará la Convención al operador de una instalación nuclear, usada con propósitos pacíficos, situada en el territorio de una parte contratante a esta convención, ya que dicho operador es responsable de acuerdo a la Convención de París. Dichos daños sufridos:

1. En el territorio de una Parte Contratante;

2. Sobre aguas profundas a bordo de un barco o aeronave registrada en el territorio de una Parte Contratante;

3. Sobre aguas profundas, por un nacional de una Parte Contratante, previsto que, en el caso de daño a un barco o aeronave, dicho barco o aeronave está registrado en el territorio de una parte contratante, tomando en cuenta que la Corte de una Parte Contratante tenga jurisdicción con base en la Convención de París.

Los individuos considerados bajo esta ley, que tengan su residencia habitual en su territorio, también serán tratados como nacionales.

También es nacional de un Estado Contratante:

1. Cualquiera de sus subdivisiones,
2. Asociaciones
3. Cualquier cuerpo público o privado, que esté o no establecido en el territorio de una Parte Contratante.

Por otra parte, las Partes Contratantes se comprometen a que la compensación con respecto a dichos daños, sean 300 millones de derechos especiales de giro (por accidente).

Dicha cantidad será provista:

- a. Con un mínimo de 5 millones de derechos especiales de giro, más allá de los fondos provistos por la aseguradora o cualquier otra seguridad financiera.
- b. Entre esta cantidad y 175 millones de derechos especiales de giro, fuera de fondos públicos disponibles por la Parte Contratante en donde está ubicada la instalación nuclear.
- c. Entre 175 y 300 millones de derechos especiales de giro, fuera de los fondos públicos disponibles por las Partes Contratantes.

Para que se alcance este propósito, cada Parte Contratante: establecerá la responsabilidad máxima del operador en 300 millones de derechos especiales de giro; establecerá también la responsabilidad máxima del operador en una cantidad que sea al menos igual a la establecida (5 millones de DEG's).

La obligación del operador para pagar compensaciones, intereses o costos, fuera de los fondos públicos disponibles, se aplicará al operador cuando dichos fondos, de hecho, estén disponibles.

Si un incidente nuclear causa daño que incremente la responsabilidad de más de un operador, la responsabilidad agregada ya prevista en la Convención de París, no excederá de los 300 millones de DEG's.

La cantidad total de los fondos públicos disponibles, no excederán entre 300 millones de DEG's y las otras cantidades establecidas. Si más de una Parte Contratante es requerida para hacer disponibles los fondos públicos, dichos fondos serán disponibles por ellos en proporción con el número de instalaciones nucleares situadas en sus respectivos territorios, que hayan estado involucrados en el incidente nuclear, y de los cuales los operadores son responsables.

Los fondos serán tomados para aquellos derechos de compensación efectuados dentro de un período de diez años a partir de la fecha del incidente nuclear. En el caso de un daño causado por un incidente nuclear que involucre combustible o productos radiactivos o desperdicio los cuales, al momento del incidente hayan sido robados, secuestrados, o abandonados y todavía no hayan sido recuperados, dicho periodo en cualquier caso no excederá de veinte años a partir de la fecha del robo, pérdida, secuestro o abandono.

Cualquier Parte Contratante podrá establecer criterios equitativos para las compensaciones. Dichos criterios sean aplicados cualquiera que sea el origen de los fondos y, sin discriminación basada en la nacionalidad, domicilio o residencia de la persona que haya sufrido el daño.

La Parte Contratante en la que las Cortes en la jurisdicción, será requerida para informa a las otras Partes Contratantes de un incidente nuclear así como de las circunstancias, al darse cuenta que el daño causado por dicho incidente excede los 175 millones de DEG's.

Además esta Convención se asegura de que cada Parte Contratante tenga un listado de todas las instalaciones nucleares usadas con propósitos pacíficos, que están ubicadas en su territorio.

#### **7.4 CONVENCIÓN DE VIENA DE 1963 SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES**

La Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 1963, tenía el objetivo de fijar normas mínimas que ofrecieran una protección financiera contra los daños derivados de ciertos usos pacíficos de la energía nuclear, que contribuiría también a instaurar relaciones amistosas entre las naciones, independientemente de los diferentes regímenes constitucionales y sociales.

En esta Convención, se señala como responsable de daños nucleares al explotador de una instalación nuclear, habiéndose probado que dichos daños hubieran sido ocasionados por un accidente nuclear: que ocurrieran en su instalación nuclear; en el que intervengan sustancias nucleares procedentes de dicha instalación o que se originen en la misma; antes de que el explotador de otra instalación asuma expresamente por escrito la responsabilidad de los accidentes nucleares en que intervengan estas sustancias, inclusive, antes de que este explotador se hiciera cargo de las sustancias nucleares sin asumirlo por escrito;

antes de que la persona debidamente autorizada se hubiera hecho cargo de estas sustancias destinadas al uso en ese reactor nuclear; antes de que las sustancias nucleares hayan sido descargadas del medio de transporte que haya llegado al territorio de un Estado que no sea Parte Contratante, y que las mismas fueran enviadas a una persona que se encuentra en ese Estado; en el que intervengan sustancias nucleares enviadas a su instalación nuclear cuando se de el accidente; después de que el explotador haya asumido por escrito la responsabilidad de los accidentes nucleares en donde intervengan las sustancias, y que recaía en el explotador de otra instalación nuclear; después de que se haga cargo de estas sustancias, la persona responsable de un reactor nuclear usado como fuente de energía en un medio de transporte, para su propulsión u otros fines;

También se señala, que el Estado de la Instalación puede disponer por la vía legislativa, que el transportista de sustancias nucleares o una persona que trabaje desechos radiactivos, se han considerado son reconocidos como explotadores de dichas sustancias.

En caso de que la responsabilidad por daños nucleares recaiga en manos de una explotador, dicha responsabilidad será mancomunada y solidariamente responsable; además, cuando un accidente nuclear afecta a varias instalaciones nucleares del mismo explotador, éste será responsable en relación con cada una de estas instalaciones. Además se exprese en el artículo 5, que solamente se considera responsable de los daños nucleares al explotador (pero también, ninguna persona será responsable de las pérdidas o daños que no sean daños nucleares).

El explotador responsable de acuerdo a esta Convención entregará al transportista el certificado extendido por el asegurador o la persona que de la garantía financiera, a su nombre.

Un punto muy importante en esta Convención, es que especifica que la responsabilidad del explotador por daños nucleares es objetiva; pero si se comprueba que la persona que sufrió los daños nucleares los produjo o contribuyó por negligencia o por acción u omisión dolosa, el tribunal competente podría exonerar de manera total o parcial, al explotador en su obligación de pagar indemnización por los daños sufridos.

En caso de una catástrofe natural, el explotador seguirá siendo responsable de los daños nucleares, que ésta ocasione. Además de dichos daños nucleares, si se llegasen a dar otros, que no se pudieran diferenciar de los primeros, se considerarán como daños nucleares originados del accidente nuclear.

Se excluye de la responsabilidad de explotador, los daños nucleares sufridos:

1. En la misma instalación nuclear, en los bienes que se encuentren dentro de la misma instalación y que sean destinados en relación con la misma.



2. En un medio de transporte en el que se hallen las sustancias nucleares que hayan intervenido en el accidente.

La Convención de Viena de 1963 establece como límite de la responsabilidad del explotador, una cantidad mínima de 5 millones de dólares americanos, para cada accidente nuclear.

Además el derecho a reclamar indemnización, se tiene que efectuar en un plazo de diez años a partir de la fecha el accidente nuclear, si no se lleva a cabo, este derecho se extinguirá. Pero si la legislación del Estado debe instalación específica que la responsabilidad del explotador está cubierta por algún seguro o garantía financiera, podrá disponer un tiempo superior a diez años. Esta prórroga no perjudicará los derechos de indemnización, aún cuando una persona haya entablado acción alguna, antes de haber vencido el plazo de diez años. Además, la legislación del tribunal competente podrá fijar otro plazo de extinción o prescripción de ese derecho, contaba a partir de la fecha en que la víctima haya tenido conocimiento de dichos daños y del explotador responsable.

Es necesario que el explotador tenga un seguro o otra garantía financiera que cubra la responsabilidad por daños nucleares, garantizando el Estado de la Instalación el pago de las indemnizaciones reconocidas que ha de abonar el explotador.

Cuando las garantías financieras o los regímenes de seguro sobre enfermedad, seguridad social, accidentes del trabajo y enfermedades profesionales dicten la indemnización de los daños nucleares, la legislación de la Parte Contratante o el reglamento de la organización intergubernamental que los haya establecido especificará los derechos de reparación, de acuerdo esta Convención, de los beneficiarios de dichos regímenes.

Se da especial énfasis, a los tribunales competentes, considerados como únicos para actuar en las acciones entabladas, de la Parte Contratante en cuyo territorio, haya sucedido el accidente nuclear.

En el aspecto monetario, las Partes Contratantes adoptarán las medidas oportunas para que las indemnizaciones por daños nucleares, se transfieran libremente en la moneda de la Parte Contratante en donde se produjeron los daños.

Esta Convención es estricta, al recalcar que nadie podrá obtener una indemnización de acuerdo a ésta, en la medida en que ya haya obtenido un indemnización por los mismos daños nucleares con respecto a otra convención internacional sobre responsabilidad civil en materia de energía nuclear.

Como vemos, dicha Convención tuvo que ser reformada debido a varios artículos que se alejaban de la realidad actual. El accidente de Chernobyl puso de manifiesto las carencias de esta Convención, que no contemplaba soluciones a problemas presentados en el futuro.

## **7.5 PROTOCOLO COMÚN DE LA CONVENCIÓN DE VIENA DE 1963 Y LA CONVENCIÓN DE PARÍS DE 1960 SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES**

El Protocolo es un instrumento al cual todos los Estados se pueden adherir a pesar de que o sean partes de cualquier convención sobre responsabilidad nuclear, o, si tienen instalaciones nucleares.

Contiene, inter alia, una mejor definición de daño nuclear (ahora también ubicando el concepto de daño ambiental y medidas preventivas), extiende el ámbito geográfico de la Convención de Viena, y el período de duración en el cual los reclamos se pueden hacer por la pérdida de vida y daños personales. También provee para la jurisdicción de los Estados "costeros" acciones en los que se hagan daños nucleares durante su transportación. Tomados juntos, los dos instrumentos deberían sustancialmente acrecentar el marco global para la compensación más allá de lo previsto por las Convenciones existentes.

Antes de la acción, en septiembre de 1997, el régimen de responsabilidad internacional estaba personificado primariamente en dos instrumentos, la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, y la Convención de París de 1960 sobre Responsabilidad a Terceras Partes en el Campo de la Energía Nuclear, vinculadas al Protocolo Común adoptado en 1988.

La Convención de París fue actualizada más tarde con la Convención Suplementaria de Bruselas de 1963. Estas Convenciones están basadas en los conceptos legislativos civiles y comparten los siguientes principios:

- a. La responsabilidad es canalizada a los operadores de las instalaciones nucleares.
- b. La responsabilidad del operador es absoluta, i.e, el operador será responsable sin tomar en consideración las fallas.
- c. La responsabilidad es limitada en cantidad. Según la Convención de Viena, sería limitada a no menos de 5 millones de dólares (al valor en oro del 29 de abril de 1963), pero el límite superior todavía no está acordado. La Convención de París pone una responsabilidad máxima de 15 millones de DEG's que proveerá el Estado de la Instalación, y la cantidad puede ser mayor o menor, pero no menos de 5 millones de DEG's tomando en cuenta la disponibilidad de la cobertura del seguro. La Convención Suplementaria de Bruselas estableció un fondo adicional más allá de la cantidad disponible en la Convención de París, arriba de un total de 300 millones de DEG's, formado por contribuciones del Estado de la Instalación y las partes contratantes.
- d. La responsabilidad es limitada en tiempo. Los derechos de compensación son extinguidos en ambas Convenciones si la acción no se emprende en 10 años a partir de la fecha del accidente. Los períodos largos son permisibles, si bajo la ley del Estado de la Instalación, la responsabilidad del operador está cubierta por un seguro financiero. La ley nacional podría establecer un corto tiempo de límite, pero no menor a 2 años (Convención de París) o 3 años (Convención de Viena) a partir de la fecha en que el afectado haya sabido o conocido el daño y la responsabilidad del operador.

- e. El operador debe mantener otro seguro financiero por una cantidad correspondiente al nivel de su responsabilidad; si dicha seguridad es insuficiente, el Estado de la Instalación está obligado a completar la diferencia arriba del límite de la responsabilidad del operador.
- f. La jurisdicción sobre acciones se basa exclusivamente en las cortes de la Parte Contratante en el que haya ocurrido el incidente nuclear.
- g. La no discriminación de víctimas en base a su nacionalidad, domicilio o residencia.” (64)

Siguiendo el accidente de Chernobyl, el OIEA inició el trabajo en todos los aspectos de la responsabilidad nuclear con vistas a mejorar las Convenciones básicas y establecer un régimen de responsabilidad comprensivo. En 1988, como resultado de los esfuerzos comunes del OIEA, AEN/OCDE, se adoptó el Protocolo Común para la Aplicación de la Convención de Viena y la Convención de París. Este establece un vínculo entre las Convenciones combinándolas dentro de un régimen de responsabilidad expansivo. Los Miembros de esta Protocolo Común son tratados como si fuesen parte de ambas Convenciones y con la elección de una norma legislativa prevista para determinar cual de las dos Convenciones se aplicarían al excluir la otra con respecto al mismo incidente.

#### **7.6 PROTOCOLO DE ENMIENDA DE LA CONVENCIÓN DE VIENA SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES DE 1997**

El desastre de Chernobyl de 1986 ocasionó que la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (de ahora en adelante llamado la Convención de Viena), adoptada en 1963 bajo el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica, se modificara en muchos aspectos. Por más de dos décadas ha habido, si es que en realidad existe, la preocupación pública sobre este instrumento, más allá de lo mostrado por un grupo selecto de profesionales en responsabilidad civil. Fueron varias las razones.

La Convención de Viena fue adoptada tres años después de la Convención de París sobre Responsabilidad a Terceros en el Campo de la Energía Nuclear (1960) y gobierna la responsabilidad civil por daños nucleares sobre la misma base conceptual de la Convención de Viena. La principal diferencia entre las dos Convenciones, otras más aparte de las que se originan de sus respectivas provisiones, es que la Convención de París fue firmada por un grupo de Estados, todos miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), mientras que la Convención de Viena fue dirigida a regular los términos de la responsabilidad nuclear sobre una escala mundial. “ En esta conexión, el problema más grande fue que no había duda de que hubiera sido presentada por el hecho de que al mismo tiempo de que la Convención de Viena estaba terminada, la Convención de París ya existía entre los Estados más afectados por este complejo de términos que hacía énfasis en los países europeos occidentales altamente industrializados.”(65)

---

64. Idem

65. VANDA Laman. *“El Protocolo de Enmienda a la Convención de Viena de 1963”*. 1998

A mediados de 1960, las dos Convenciones siguieron caminos muy diferentes. Durante esta década y los 70's, la Convención de París siguió *desarrollándose*, en un sistema viviente, con más Estados adhiriéndose a ella y con el límite de la responsabilidad, surgida en varias ocasiones. En 1963, la Convención de Financiamiento Suplementario de Bruselas a la Convención de París fue adoptada para proveer una compensación adicional de fondos públicos y suplementarla de forma pagable, bajo la Convención de París. En contraste, la Convención de Viena ni siquiera entró en vigor durante 15 años, aunque requería la ratificación de por lo menos 5 Estados. Cuando, después de muchos años, la Convención de Viena finalmente entró en vigor, ciertas provisiones aún se tenían que revisar. Su estado inactivo es ampliamente evidenciado por el hecho de que solamente 11 Estados eran miembros de la Convención a finales de 1980.

Como sea, el desastre de Chernobyl había mostrado claramente que un accidente nuclear podría causar daños enormes no sólo en el Estado de la Instalación, sino también miles de kilómetros más allá; y después del accidente se hizo más obvio que la inactiva Convención de Viena podría ser una herramienta apropiada para encajar los reclamos de las víctimas extranjeras en casos similares. Cada uno llegó tan pronto como fuera posible para realizar la necesidad absoluta de ajustar las provisiones de la Convención de Viena para responder al desarrollo tecnológico en los últimos 25 años. Es conocido que después del desastre en Chernobyl, la entonces Unión Soviética rechazó pagar la compensación a víctimas extranjeras; algunas personas creyeron que si la exURSS hubiera sido parte de la Convención de Viena, las víctimas extranjeras hubieran tenido la última oportunidad de recibir alguna compensación. Es un término separado, por supuesto, aunque la cantidad de compensación eventualmente pagable bajo la Convención de Viena habría sido suficiente para satisfacer alguna emergencia, casi una ridícula fracción, de reclamos en comparación con la extensión del accidente.

Siguiendo la firma en 1988 del Protocolo Común que establecía un puente entre la Convención de Viena y la Convención de París, muchos forúms dentro del Organismo Internacional de Energía Atómica, ubicaron la cuestión de revisar la Convención de Viena. La necesidad de hacerlo se dio en la Resolución GC (XXXII/RES/491 de la Conferencia General de la Agencia del 23 de septiembre de 1988, la cual enfatizaba que el régimen de responsabilidad civil existente "no cubría todos los términos de responsabilidad que podrían surgir en el momento de un accidente nuclear" (66). Al año siguiente, la Junta de Gobernadores del OIEA, por decisión adoptada el 23 de febrero de 1989, estableció un Grupo de Trabajo abierto "...para estudiar todos los aspectos de responsabilidad por daño nuclear y considerar formas y medios de complementación y reforzamiento del régimen de responsabilidad civil existente y considerar también la cuestión de la responsabilidad internacional..." (67). En otra decisión, del 21 de febrero de 1990, la Junta de Gobernadores disolvió el ya mencionado Grupo de Trabajo y al mismo tiempo estableció un Comité Permanente sobre Responsabilidad por Daños Nucleares con un amplio mandato para "...considerar la responsabilidad internacional por daños nucleares, incluyendo la responsabilidad civil internacional, la responsabilidad internacional del Estado, y la relación entre la responsabilidad civil internacional y nacional..."(68)

66. *Ibidem* pág. 8

67. *Idem*

68. *Idem*

Después de más de 8 años de negociaciones dentro del marco del Comité Permanente, el cual cubrió 17 sesiones y algunas reuniones intersesionesales con los grupos de trabajo, una Conferencia Diplomática para revisar la Convención de Viena de 1963 se llevó a cabo en Viena del 8 al 12 de septiembre de 1997. Los delegados adoptaron dos tratados, El Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares (de aquí en adelante Protocolo) y la Convención sobre Financiamiento Suplementario por Daños Nucleares.

En la primera fase del proceso de revisión, la única meta fue enmendar ciertas provisiones de la Convención de Viena. Después, en lo que podría ser llamada la segunda fase, la cuestión emergió seriamente con respecto al establecimiento de una convención suplementaria nueva en la cual fondos adicionales serían provistos por la comunidad internacional. Muchos expertos sintieron que el régimen de responsabilidad nuclear civil de la Convención de Viena, ya enmendada, serviría realmente a los intereses de víctimas potenciales de incidentes nucleares sólo si fuera mantenida por un fondo suplementario internacional que proveyera una compensación adicional por daños nucleares, aparte de la subsidiada por el operador. Durante las negociaciones se estimó necesariamente el establecimiento de un tratado adicional para dicho fondo suplementario, y efectivamente, los esfuerzos se encargaron de preparar dicho instrumento actual junto con la revisión de la Convención de Viena.

El resultado del proceso de la revisión de la Convención de Viena fue el Protocolo que contenía 24 artículos, algunas eran provisiones completamente nuevas, con las revisiones de los otros artículos. Antes de describir y analizar el resultado de este proceso, los siguientes comentarios preliminares serían:

- a) Las provisiones del Protocolo se pueden dividir en tres grupos principales. Algunos nuevos y otros artículos revisados que tratan materias sustanciales, y se podría adicionar, con otros temas de gran importancia, efectivamente. " Otras enmiendas contienen reglas de procedimientos básicos naturales, lo cual facilitaría a las víctimas el reforzar sus demandas por indemnización" (69). La tercera categoría de enmiendas origina temas no tan nuevos, ya sea sustantivos o de procedimientos, y esencialmente sirve para refinar provisiones ya existentes de la Convención o para traer otras provisiones de la Convención a la actualidad e incorporarlas a los cambios nuevos y sustantivos.
- b) Con respecto a los artículos que tratan de materias sustanciales, sería necesario subrayar que la revisión no afecta el concepto básico de la Convención de Viena, aunque se manejan hacia la dirección hecha durante las negociaciones dentro del Comité Permanente, particularmente en su primera fase. Se refiere a los esfuerzos por tener el régimen de responsabilidad civil de la Convención de Viena reemplazado por el régimen de responsabilidad nacional.

---

69. Ibidem pág. 9

- c) No hay duda de que la revisión puso en claro numerosas provisiones de la Convención de Viena. Un régimen efectivo de responsabilidad puede solamente trabajar si un considerable número de términos de responsabilidad nuclear son regulados uniformemente por la legislación nacional de las Partes Contratantes.

Sin embargo, la Convención de Viena revisada continúa dejando ciertos aspectos para que sean determinados por las leyes nacionales y, a pesar de los esfuerzos significativos en la unificación de las leyes como es reflejada en la Convención, muchas preguntas relativas a la compensación por daños permanece sujeta a la ley nacional del Estado de la Instalación o a la legislación de la Corte competente.

#### *I. RESPONSABILIDAD CIVIL O RESPONSABILIDAD ESTATAL?*

“ Las convenciones actuales sobre responsabilidad nuclear, en vigor, rigen la responsabilidad con respecto a daños a terceras partes en base al código civil, conceptualmente sustentado en la analogía por responsabilidad en actividades que entrañen daños graves, bajo la legislación nacional de los Estados.” (70)

En la primera fase de las negociaciones en el Comité Permanente, el debate acerca de la necesidad de concebir un régimen de responsabilidad del Estado para reemplazar el régimen de responsabilidad civil de la Convención fue crucial.

Los expertos plantearon un número de argumentos teóricos y prácticos a favor y en contra de la introducción del régimen de responsabilidad estatal. Un análisis a fondo de estos argumentos iría tan lejos, más allá de lo que se está expresando en este documento, pero generalmente aquellos que se pronuncian a favor de la responsabilidad estatal se referían al desastre de Chernobyl, reclamando que sólo los recursos financieros disponibles por el Estado serían suficientes para compensar a víctimas de un accidente de dicha magnitud.

“ Algunos especialistas en esta materia, y expertos de las negociaciones en Viena se refirieron a la responsabilidad del Estado con respecto a las actividades en el ámbito como un ejemplo similar al de responsabilidad por daños nucleares, y se dieron cuenta que los tratados internacionales dan una responsabilidad al Estado. El resultado final de las discusiones fue la decisión para retener la bases conceptuales de la Convención de Viena y sostener su régimen de responsabilidad civil. Como sea, uno de los mayores avances de la Convención de Viena, fue que el Protocolo expresamente proveyera una compensación de fondos públicos.” (71)

---

70. Ibid. Pág. 10.

71. Ibid. Pág. 11

## *II. ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA CONVENCION DE VIENA*

La Convención de Viena de 1963 no especifica su postura con respecto al ámbito geográfico que establece, y de acuerdo a las reglas generales de la ley internacional, claramente establecidas en el Art. 29 de la Convención de Viena de 1969 sobre la Regulación de Tratados, la Convención se aplica a los daños que ocurran en el territorio de una Parte Contratante, a bordo de una aeronave registrada en esa Parte y sobre barcos que navegan con su bandera.

El Protocolo añade un artículo nuevo al ámbito geográfico de la Convención (IA), el cual, por un lado, determina las reglas referentes al ámbito geográfico de la Convención, y por otra parte, extiende su aplicación geográfica.

El Art. 3 del Protocolo establece como regla general que esta Convención se aplicará al daño nuclear dondequiera que se haya sufrido. Esto significa esencialmente que la Convención podría, por último, ser aplicada a los daños nucleares sufridos en cualquier parte del mundo, incluyendo daños en el territorio o aguas territoriales (aguas nacionales, mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental) de un Estado no Contratante. No obstante, el Protocolo permite ciertas excepciones de las reglas generales comentadas, permitiendo al Estado de la Instalación excluir, bajo su legislación y circunstancias específicas, la aplicación de la Convención al territorio de un Estado no Contratante o con respecto al daño ocurrido en una zona marítima establecida por dicho Estado de acuerdo a la legislación marítima internacional. Cualquier exclusión podría aplicarse sólo a un Estado no Contratante el cual tiene una instalación nuclear en su territorio o en cualquier zona marítima y no permite beneficios recíprocos equivalentes. El Protocolo aquí se refiere al principio de reciprocidad, y como consecuencia, la aplicación de la Convención de Viena de ninguna manera puede ser excluida con respecto a Estados no Nucleares, - en caso de un incidente nuclear -, un Estado no Nuclear y no Contratante o sus nacionales o personas legales bajo su jurisdicción tienen derecho a compensación en pie de igualdad con los nacionales de los Estados Contratantes.

“ Es necesario recalcar que la aplicación de dichas provisiones sobre exclusión con respecto a los Estados Nucleares con base en la falta de reciprocidad, podría, prácticamente dar origen a problemas. La existencia de reciprocidad puede ser establecida siempre en base a prácticas entre los Estados, y, dada la rareza desafortunada de incidentes nucleares, casos en los que un Estado Nuclear es probable que aplique esta provisión con respecto a otro Estado Nuclear, son, infrecuentes” (72). En teoría, dicha situación podría ocurrir cuando el daño que es sufrido en un Estado sucesor de la exURSS y un Estado Parte de la nueva Convención de Viena, donde se trata de evadir la compensación a daños sufridos en el territorio de la exURSS, entonces se manifiesta el rechazo de la entonces Unión Soviética de pagar las indemnizaciones sufridas por víctimas extranjeras después del desastre de Chernobyl.

---

72. Ibid.

### III. CONCEPTO DE DAÑO NUCLEAR

Uno de los más significantes cambios efectuados por el Protocolo para enmendar a la Convención de Viena es, quizás, el concepto de daño nuclear.

“ Mucho antes del accidente nuclear de Chernobyl, los profesionales en la materia habían estado completamente conscientes de que la definición de daño nuclear de la Convención de Viena de 1963 era demasiado pequeña e incompleta, notablemente porque la Convención no se refería a ciertas formas de daño (al medio ambiente o costos de medidas preventivas). La Convención de Viena de 1963 da compensaciones para casi cualquier daño además de la pérdida de vida, daños personales, y pérdida o daño a propiedades, sujetas a la legislación de la Corte que tenga la jurisdicción” (73). En otras palabras, las víctimas no podrían esperar compensación por cualquier otro tipo de daño excepto que dicha compensación fuese permitida por legislación del Estado de acuerdo a la Corte competente.

Durante la revisión de la Convención de Viena, llegó a darse de forma clara que la definición de daño nuclear tenía que ser ubicada cuidadosamente, dado que las leyes nacionales muestran diferencias significativas en la interpretación de, por ejemplo, pérdidas de beneficios o económicas. Si, por otro lado, estuviesen dichas diferencias entre las leyes nacionales de los Estados, dichas diferencias podrían, prácticamente, producir situaciones en las cuales la compensación de víctimas por daños nucleares tendería a depender, en una medida no pequeña, sobre la ubicación de donde ocurrió el incidente o sobre la interpretación del daño nuclear hecha por la ley de la Corte competente. Esto incrementaría las diferencias significativas ya existentes entre las víctimas de diferentes incidentes nucleares.

“ La definición de daño nuclear es una provisión clave de la Convención de Viena. El régimen de responsabilidad nuclear se basa en cantidades limitadas, que, sobre el principio de que a pesar del número de víctimas y la extensión del daño, la cantidad de compensación pagable por el operador o de fondos públicos es una suma especificada, después de todo. (Efectivamente, tal es el caso de los Estados en los cuales su legislación marca la responsabilidad ilimitada del operador, como está de otra manera sugerido por el Art. 9.2 del Protocolo, discutido en la fase final)” (74). Por lo tanto, la inclusión de ciertas formas de daños ambientales o daño indirecto en el concepto de daño está dirigido a ampliar el número de víctimas, directas o indirectas, dado el incidente nuclear. Al momento de que un gran incidente nuclear cause un daño enorme, esto necesariamente colocará a las víctimas en una posición desfavorable, desde que entren más grande el número de víctimas, menos oportunidad de recibir una indemnización completa.

Casi desde el inicio de las discusiones para revisar la Convención de Viena, el Comité Permanente acordó la necesidad de ampliar el concepto de daño nuclear, e incluir ciertas formas de daño ambiental, los costos de las medidas preventivas y pérdidas consecuentes en la definición de ese término.

---

73. Ibidem. Pág 13

74. Ibid.



La revisión produjo una definición detallada de daño nuclear en el Art. 2.2 del Protocolo. Este da una lista exhaustiva de posibles tipos de daño, y que lo que es particularmente importante, que deja sujeto solamente a la corte competente la extensión del daño, aparte de la pérdida de vida, daños personales, y pérdida o daño a propiedades. " El Protocolo ha restringido considerablemente, pero no eliminado completamente, la significancia de la ley de la Corte competente; si la legislación de la Corte competente falla al reconocer ciertas pérdidas económicas, las víctimas de un incidente nuclear difícilmente pueden esperar compensación por dichos daños en algún dado caso." (75)

En adición a la pérdida de vida, daños personales y pérdida o daño a las propiedades, todas ya cubiertas por la Convención de Viena de 1963, el Protocolo claramente incluye en la definición de daño nuclear las otras pérdidas como si hubieran resultado de un daño o deterioro significativo del medio ambiente, y el costo de ciertas medidas preventivas o medidas tomadas para minimizar el daño bajo ciertas circunstancias específicas. Así pues, daño nuclear también significa:

a) otra pérdida económica que incurra en pérdida de la vida, daños personales, pérdida o daño a propiedades, provisto que la pérdida es incurrida por una víctima que puede reclamar con respecto a dicha pérdida o daño;

b) el costo de medidas de restablecimiento de daños significativos al medio ambiente, si dichas medidas son actualmente tomadas o serán tomadas, y en tanto que no se haya incluido en la categoría de pérdida económica.

c) pérdida de ingresos, también relativo al medio ambiente, derivado de un interés económico en cualquier uso o diversión de daños significantes ambientales, en tanto que no estén cubiertas por párrafos precedentes (tal es el caso del uso del medio ambiente para fines comerciales en primer lugar);

d) el costo de medidas preventivas y pérdidas consecuentes causadas por dichas medidas. " Es necesario hacer notar sobre este punto, que debido al amplio ámbito de la definición de daño nuclear introducida en el artículo 1.1(1) de la Convención de Viena, el daño nuclear podría ser también estimado como consecuencia de los costos de medidas preventivas tomadas antes de un incidente, si se ha tomado en cuenta el hecho de un trato grave e inminente de causar daño, y de acuerdo al enunciado adicional añadido en la Conferencia Diplomática, proveyendo que se hayan encontrado bajo la ley de la corte competente, apropiada y proporcional, habiendo considerado todas las circunstancias" (76);

e) cualquier otra pérdida económica, aparte del daño causado al medio ambiente, si es permitido por la ley sobre responsabilidad civil de la corte competente. Este elemento de daño es asimismo mencionado por el Protocolo en una cláusula general.

---

75. Idem

76. Idem

La redefinición del Protocolo sobre el daño nuclear es claramente un reflejo de la intención de asegurar una compensación completa lo más posible a víctimas de daños nucleares. " Así como este virtualmente cubre el rango más extenso del daño, el Protocolo ha tomado esencialmente la responsabilidad civil por daños nucleares con dirección a la más completa medida de indemnización en un intento de romper con el principio implícito de que las víctimas de un incidente nuclear no pueden esperar a recibir una indemnización completa." (77)

Además, el artículo 2.4 del Protocolo da definiciones muy precisas de las medidas de restablecimiento, medidas preventivas y medidas razonables, las cuales serían: (i) razonables; (ii) aprobadas por las autoridades competentes del Estado donde las medidas fueran tomadas (la ley nacional del Estado donde se sufrió el daño debe terminar quién es el encargado de tomar dichas medidas); y (iii) dirigirse a la reinstalación o restauración del daño o componentes destruidos del medio ambiente o introducir, donde es razonable, el equivalente de esos componentes al medio ambiente. Las medidas preventivas están también sujetas a aprobación previa de las autoridades competentes del Estado. Al igual que la medidas razonables tomadas como otro criterio para constituir el daño nuclear, se tienen que sujetar a la ley de la corte competente para que sean apropiadas y proporcionales tomando en cuenta todas las circunstancias.

Se puede decir por lo tanto, que el Protocolo ha ensanchado considerablemente la definición de daño nuclear y ha tomado definitivamente un paso importante hacia la unificación de la legislación de los Estados Contratantes. No hay duda de que el Protocolo habría creado una situación más clara dando una definición uniforme y completa de daño nuclear a todos los Estados Contratantes de la enmendada Convención de Viena. Como sea, considerando las diferencias existentes entre las leyes nacionales de los Estados en este rubro, se puede apreciar que el Protocolo ha mantenido contacto con la realidad en el sostenimiento del principio de que la extensión del daño sería ultimadamente determinado por ley de la corte competente. " En cualquier índice, se precisa la enumeración de tipos de daños que podrían ser vistos como mejoras significantes en la Convención de Viena desde, que en efecto, llama la atención claramente de ambos, legisladores y abogados, la necesidad de tomar en cuenta los variados tipos de daño nuclear listados en el Protocolo al momento de que ocurran" (78). Esencialmente, constituye un patrón o modelo para que sea seguido por los Estados que no tienen legislaciones con provisiones similares.

#### *IV. INSTALACIONES NUCLEARES CUBIERTAS POR LA CONVENCIÓN*

La Convención de Viena de 1963 es silenciosa en la cuestión de que si cubre a todas las instalaciones nucleares o solamente a aquellas usadas por ciertos propósitos pacíficos. Esto solamente es posible en base a una interpretación contraria para insertar que la Convención no es aplicable al daño nuclear que resultase de instalaciones militares.

---

77. Idem

78. Idem

El Comité Permanente quiso poner en claro la situación, y, en su primer reunión, actuando en base a propuestas de algunos delegados, el Comité trato de buscar consensos sobre una enmienda en la cual la Convención de Viena cubriría también instalaciones militares. Esto originó un término un poco delicado. También trajo a la luz algunos problemas políticos y legales concernientes a la extensión de la aplicación de la Convención a instalaciones nucleares usadas para propósitos no-pacíficos, especialmente el problema del daño surgiendo en conexión con aquellas instalaciones nucleares que no están bajo control del Estado territorial. Mientras, un compromiso de solución fue buscado, el cual habría permitido a los Estados individuales a declarar que las instalaciones militares sobre su territorio no son cubiertas, bajo circunstancias especiales. Hasta la decimosexta reunión del Comité Permanente, el borrador del Protocolo contenía una provisión que establecía "la Convención se aplicará a todas las instalaciones nucleares, ya sean usadas para usos pacíficos o no" (79). Después, en la fase final de las negociaciones, el Comité Permanente rechazó la extensión de la aplicación de la Convención de Viena a instalaciones nucleares con usos no-pacíficos. El Protocolo finalmente tuvo éxito al hacer clara la situación a través de la adhesión de un nuevo artículo IB, que expresamente establece "esta Convención no se aplicará a las instalaciones nucleares con usos no-pacíficos".(80)

#### V EXONERACIÓN

El artículo 6.1 del Protocolo enmienda las provisiones de la Convención de Viena en cuanto a exoneración de responsabilidad a través de la formulación de criterios estrictos. Por un lado, el Protocolo repite un *desastre natural grave de carácter excepcional* como terreno para la exoneración, la cual hasta en el artículo IV.3 de la Convención de Viena de 1963, había operado de tal forma, en tanto que la legislación del Estado de la Instalación contuviera provisiones no contrarias al respecto. Significa que, si un desastre natural grave no fuera terreno para la exoneración bajo la ley nacional del Estado de la Instalación, ésta no serviría como única, bajo la Convención de Viena también. Por otro lado, los criterios estaban tensados por otros eventos (conflictos armados, hostilidades, guerra civil o insurrección), para que dichos eventos no exoneraran al operador de su responsabilidad excepto sobre pruebas de que el daño nuclear está directamente relacionado con tales eventos. La Convención de Viena de 1963 no requiere dichas pruebas por el operador.

Otras enmiendas del mismo artículo IV incrementan la cantidad de la responsabilidad por daños a los medios de transporte sobre los cuales los materiales nucleares incluidos, estuvieron al momento del incidente nuclear, y claramente excluye daños a otras instalaciones nucleares operando en el mismo sitio, incluyendo aquellas bajo construcción, y cualquier propiedad en el mismo sitio usadas en conexión con cualquiera de dichas instalaciones.

---

79. Ibidem. Pág 14

80. Idem

## VI CANTIDAD DE LA RESPONSABILIDAD

Quizás la enmienda más importante de la Convención de Viena efectuada por el Protocolo es el incremento en las cantidades de responsabilidad. Esto puede ser explicado por el hecho de que uno de los motivos principales para la revisión de la Convención de Viena fue precisamente la consideración de que el límite de 5 mdd. como cantidad mínima en la cual estaba establecida la responsabilidad del operador, había llegado a ser irrealista en vista de la extensión del daño que podría resultar de un eventual incidente nuclear.

Debería ser recalable que todas las enmiendas mencionadas arriba, la extensión del ámbito geográfico de la Convención y el concepto del daño nuclear son particularmente significantes, así como el que resultará en un mayor número de víctimas de incidentes nucleares, y, como consecuencia, habrán más víctimas que compartirán la responsabilidad disponible

El incremento de la cantidad de la responsabilidad fue discutida a fondo por el Comité Permanente.

De acuerdo con el artículo V de la Convención de Viena revisada, la legislación del Estado de la Instalación podría limitar la responsabilidad del operador por cualquier incidente nuclear no menor a 300 millones de DEG's. "(Esto también significa que, en un futuro, el límite de la responsabilidad por daños nucleares serán arreglados, no usados en dólares americanos, pero en Derechos Especiales de Giro (DEG), la unidad de cuenta definida por el Fondo Monetario Internacional)." (81)

La cantidad de la responsabilidad del operador podría ser menor a ésta, pero en ningún caso menor a 15 millones de DEG's. Naturalmente, el límite superior de la responsabilidad del operador podría ser una cantidad mayor. Si, bajo la ley nacional del Estado de la Instalación, el límite superior de la responsabilidad del operador es menor a 300 millones de DEG's, la diferencia entre ese límite superior y los 300 millones de DEG's deberá ser asegurada por fondos públicos.

Las provisiones para un mecanismo introductor estaban incluidos en el artículo V.1(c) de la Convención de Viena revisada sobre la moción de algunos Estados que estaban reproduciendo con dificultades económicas significativas. Este mecanismo permite por un periodo transitorio de 15 años desde la fecha de entrada en vigor del Protocolo durante el cual el límite mínimo de responsabilidad de un operador por daños nucleares ocurrido durante este periodo podría imponerse hasta 100 millones de DEG'S. La provisión lo hace posible para el Estado de la Instalación para limitar la responsabilidad del operador a una cantidad menor a 100 millones de DEG's dentro del periodo introductor proveyendo que la diferencia entre la cantidad mínima y 100 millones de DEG's está asegurada por fondos públicos.

No hay duda que la inclusión de las provisiones introductoras es una solución menos favorable a víctimas de un eventual incidente nuclear. Uno no debería saltarse el hecho, como sea, de que la cantidad de 300 millones de DEG's establecida por el Protocolo no es solo demasiado alta para algunos Estados, pero hasta la misma cantidad introductora de responsabilidad es mucho más alta, 40 veces más que la establecida en la Convención de Viena de 1963.

Muchos creen que el mecanismo introductor es un gran trato para promocionar el acceso al Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena.

#### *VII SEGURIDAD FINANCIERA*

Al momento que se adoptó la Convención de Viena fue adoptada, cuando uno apenas anticipaba que la legislación nacional de cualquier Estado proveería al operador de una cantidad ilimitada. Así, se puso un poco de atención a la cuestión de posicionar la cantidad ilimitada en la legislación nacional con las provisiones de la Convención arreglando el problema de la cantidad de seguridad financiera. Este problema, acordado por el artículo 9.1 del Protocolo que añade al artículo VII de la Convención de Viena un enunciado proveyendo que donde la cantidad del operador es ilimitada, el Estado de la Instalación deberá certificar que la seguridad financiera del operador no será menor a 300 millones de DEG's.

#### *VIII ENMIENDA DE LA RESPONSABILIDAD DE LA CANTIDAD*

El artículo VD de la Convención de Viena ubica la modificación de las cantidades de responsabilidad en vista de la inflación y otros factores, vía un procedimiento simplificado relativamente. Este procedimiento de simplificación es, de hecho, un mecanismo complicado." Su principal ventaja se basa en el permiso de la cantidad de la responsabilidad para ser aumentada sin la necesidad de los procedimientos tradicionales de tiempo-consumo generalmente seguidos por enmiendas de tratados." (82)

El procedimiento regido por el artículo 7.2 del Protocolo es el siguiente: una reunión de las Partes Contratantes será convocada por el Director General del OIEA sobre la propuesta de una tercera parte de los Estados Parte de la Convención de Viena revisada para enmendar los límites de la responsabilidad; las enmiendas deberán ser adoptadas por dos terceras partes de la mayoría, proveyendo que la última parte de las Partes Contratantes están presentes y votando; cualquier enmienda adoptada deberá ser notificada por el Director General del OIEA a todas las Partes Contratantes, y será considerada aceptada en un periodo de 18 meses después de su notificación, proveyendo que el último tercio de las Partes Contratantes han comunicado al Director General que aceptan la enmienda; una enmienda aceptada bajo este procedimiento deberá entrar en vigor 12 meses después de su aceptación de aquellas Partes Contratantes que la hayan aceptado.

---

82. Ibid.

Este procedimiento simplificado indudablemente lo hace posible para las cantidades de responsabilidad que serán enmendadas, pero es necesario recalcar que las cantidades incrementadas se aplican sólo a aquellos Estados que expresamente las han aceptado y, hasta, 12 meses después de su aceptación. El periodo de 12 meses podría, inter alia, permitir a un Estado aceptar la cantidad de responsabilidad enmendada para preparar los requisitos de sus obligaciones consecuentes a través de la enmienda de su legislación nacional y regulaciones, por consiguiente permitiendo a los operadores hacer contratos de aseguramiento por cantidades mayores, etc. No obstante la cuestión surge como en el periodo ya dicho de 12 meses, que es realmente suficiente para un Estado para preparar el cumplimiento de sus obligaciones que resulten de la aceptación de la cantidad mayor considerable de responsabilidad.

Por supuesto, que los Estados podrían estar en desacuerdo con la cantidad de responsabilidad enmendada. Esta posibilidad está también contemplada por el Protocolo que provee, si, dentro de un periodo de 18 meses desde la fecha de la notificación del Director General del OIEA, una enmienda no ha sido aceptada, dicha enmienda deberá ser considerada como rechazada. De acuerdo al artículo VD.6, un Estado el cual llegue a ser parte de la Convención de Viena después de la entrada en vigor de una enmienda adoptada bajo el procedimiento simplificado deberá ser considerada como obligatorio por la cantidad de responsabilidad así enmendada sólo si ésta ha fallado para expresar una intención diferente. Esta provisión puede ser vista como una ayuda para garantizar cualquier cantidad incrementada de responsabilidad.

#### *IX TIEMPO LÍMITE PARA LA ADMISIÓN DE RECLAMOS*

El tiempo límite para la admisión de reclamos por daños nucleares estuvo similarmente afectado por la revisión de la Convención de Viena, con los artículos 8.1, 8.2 y 8.3 del Protocolo que diferencian entre varios tipos de daños y revocan las reglas sobre periodos especiales de prescripción para incidentes que surgen de pérdida, robo, abandono o secuestro de materiales nucleares. La Convención de Viena originalmente estableció un periodo de prescripción de 10 años por daños nucleares, especificando un periodo solo para daños nucleares ocasionados por pérdida, robo, secuestro o abandono de materiales nucleares. "El Protocolo reconoce que el daño personal causado por contaminación radioactiva no podría llegar a ser manifiesto por un tiempo considerable después de la exposición a ésta, y por consiguiente, establece un periodo más largo, 30 años desde la fecha del incidente nuclear para acciones de indemnización por pérdida de vida y daños personales, mientras se retienen los 10 años del tiempo de prescripción para todos los tipos de daños, y derogando los 20 años especiales del periodo de prescripción. De esta manera, en el futuro esto será irrelevante ya sea o no que el material nuclear que cause un incidente nuclear estaba bajo el control del operador al momento del incidente." (83)

Debería ser notado que el periodo de prescripción de 10 años es mucho más largo que el establecido por las leyes nacionales de numerosos Estados para daños consecuentes de algunas actividades ultra peligrosas, permitiendo por el hecho de que el daño causado por la contaminación radioactiva a la flora, fauna, ganado, etc., podría llegar a ser evidente solamente después de unos años a la exposición. El artículo VI revisado de la Convención de Viena parece ser suficientemente flexible para ubicar problemas de dicha naturaleza y lo deja sobre la legislación de la corte competente para regular materias relativas.

La regla de descubrimiento o el así llamado periodo de suscripción subjetivo asimismo estaba modificada. Mientras que, en el artículo VI.3 de la Convención de Viena de 1963 "la ley de la corte competente podría establecer un periodo de extinción o prescripción de no menos de 3 años a partir de la fecha en la cual la persona que sufrió daño tuvo conocimiento o llegara a tenerlo además, de la responsabilidad del operador"(84), el artículo revisado provee que una acción por indemnización será hecho dentro de 3 años desde la fecha en la que la persona que sufrió el daño haya tenido conocimiento del daño y de la responsabilidad del operador. Ninguna revisión fue hecha al requisito de que el periodo de prescripción subjetiva de 3 años podría no exceder los periodos prescritos de 10 y 30 años o un periodo más grande de extinción o prescripción como está establecido por la corte nacional del Estado de la Instalación.

La extensión del periodo de prescripción o periodo de extinción da pauta a ciertos problemas, notablemente a la cuestión de la cobertura financiera de reclamos por indemnización por pérdida de la vida o daños personales décadas después del incidente. Desde, de acuerdo a la legislación nacional de muchos Estados, la responsabilidad por daños nucleares es una cantidad específica, ésto podría, en práctica, comunicar la sugerencia de que cierta parte de la cantidad de responsabilidad estaría disponible para compensar reclamos por pérdida de vida o daños personales hechos por víctimas décadas después de un accidente.

El artículo 8.1(c) del Protocolo estaba destinado a eliminar sugerencias similares a través de la provisión de que las acciones por indemnización las cuales, de acuerdo al periodo extendido de prescripción o extinción ya mencionados, sean traídos después de un periodo de 10 años desde la fecha del incidente nuclear, no afectará en ningún caso los derechos de indemnización de cualquier persona que ha efectuado una acción en contra del operador antes de la expiración de ese periodo.

Cualquier extensión del periodo de prescripción o de extinción, ya sea por virtud del Protocolo o por la ley del Estado de la Instalación, tendrá sentido sólo si la responsabilidad del operador es cubierta, por seguro u otra seguridad financiera, incluyendo una garantía del Estado, por dicho periodo largo. Es por esta razón que el artículo 8.1(b), del Protocolo provee lo siguiente: como sea, bajo la ley del Estado de la Instalación, la responsabilidad del operador está cubierta por un seguro o cualquier otra seguridad financiera incluyendo fondos estatales por un periodo largo, la ley de la corte competente podría proveer que los derechos de compensación en contra del operador sólo serán extinguidos después de dicho periodo largo en el cual no se excederá el periodo por el cual su responsabilidad es así, cubierta por la ley del Estado de la Instalación.

Es claro que el Protocolo definitivamente impacta sobre el papel de los aseguradores por responsabilidad nuclear, desde, que la Convención de Viena revisada ha incrementado considerablemente la cantidad mínima de responsabilidad arregladas por el operador y provista por periodos de prescripción extendidos. Como una discusión de la cuestión iría más allá del ámbito de este documento. Es necesario enfatizar la necesidad de confiar en la solidaridad de los Estados y la comunidad internacional, siendo claro que a pesar de que ellos están cubiertos por provisiones legales, las víctimas recibirían indemnización de fondos públicos donde la responsabilidad del operador no está cubierta por un seguro autorizado al paso del tiempo.

#### *X NO DISCRIMINACIÓN ENTRE VÍCTIMAS*

El artículo XIII de la Convención de Viena, que prohíbe cualquier discriminación entre víctimas que sufrieron daños nucleares, fue enmendado por el artículo 15 del Protocolo, el resultado es que en ciertos casos extremos, más raros en la práctica, algunas víctimas extranjeras podrían ser excluidas de la indemnización provista por la Convención. La derogación del principio de no discriminación es permitida por el Protocolo sólo dentro de límites muy estrechos. Por consiguiente, la discriminación sólo podría ser practicada (a) con respecto a cantidades en exceso de la responsabilidad del operador que, a saber, podría afectar la compensación sólo de los fondos públicos; y (b) con respecto a daños nucleares sufridos en territorio o cualquier zona marítima de un Estado que tenga una instalación nuclear en dicho territorio, a la extensión que no permite beneficios recíprocos al Estado de la Instalación. Esta última restricción pone en claro que dicha discriminación no es permitida con respecto a víctimas de Estados no nucleares; para esa materia, el motivo fundamental para este artículo es similar a la del artículo sobre el ámbito geográfico de la Convención.

De hecho, el nuevo artículo XIII.2 de la Convención es entendible, refleja la visión de que la indemnización de fondos públicos no serían pagados a víctimas de Estados que no aseguran indemnización en circunstancias similares. Continúa, un acercamiento a los resultados en víctimas inocentes de daños nucleares que no reciben compensación, porque sus Estados una vez que fallaron al cumplir con sus obligaciones bajo circunstancias similares origina la cuestión de como conciliar ese acceso con el mejoramiento de la situación de las víctimas y con consideraciones humanitarias. Esto, es una materia separada que va mucho más allá de este documento.

#### *XI PRIORIDADES DADAS A CIERTAS VÍCTIMAS*

Durante la revisión de la Convención de Viena la visión más comúnmente válida fue que las víctimas que reclamaran compensación por pérdida de vida o daños personales deberían ser efectuados dentro de una posición más favorable y se les debería dar prioridad a esos reclamos. Esta visión es reflejada no solamente en los susodichos artículos que extienden el periodo de prescripción o extinción a 30 años, pero también en las provisiones que enmiendan el artículo VII de la Convención de Viena sobre la naturaleza, forma y extensión de la compensación.



El artículo 10 del Protocolo establece en parte que la prioridad en la distribución de la compensación será dada a las demandas con respecto a la pérdida de vida o daños personales. Esta provisión concuerda prioritariamente sólo a esas demandas de compensación por pérdida de vida o daños personales que están sometidas dentro de los 10 años a partir de la fecha del incidente; ésto es, la prioridad es inaplicable a demandas efectuadas después del periodo de 10 años. Además, esta prioridad se aplica en casos donde el daño a ser compensado excede o es posible que exceda la máxima cantidad de responsabilidad disponible de acuerdo al artículo V.1. Podría ser notado que la extensión de la regla de prioridad a todo el periodo completo de prescripción o extinción supondría el riesgo de intentos hechos para aplazar una parte de la cantidad de compensación, sobre la base de que los daños personales llegarían a ser evidentes en un periodo de tiempo a futuro. Obviamente esto no serviría a los intereses de las víctimas que llevaron a cabo acciones por compensación dentro de los 10 años a la fecha del incidente, y entonces ellos sólo podrían esperar una cantidad reducida de compensación. Así, en el interés de todas las víctimas, parece ser mucho más equitativo el dar prioridad a demandas con respecto a daños personales o pérdida de la vida, pero sólo por cierto periodo especificado.

En realidad, será naturalmente más difícil especificar la manera en que se daría prioridad a las demandas por compensación con respecto a un cierto grupo de víctimas. Precisamente, por esta razón, parece práctico el preservar las provisiones relevantes de la Convención de Viena que establece que de acuerdo a las provisiones de esta Convención, la naturaleza, forma y extensión de la compensación al igual que su distribución equitativa, será gobernada por la ley de la corte competente, (Artículo VIII.1). De esta manera, la prioridad para las demandas sobre compensación con respecto a la pérdida de vida o daños personales es materia de la ley de la corte competente para decidir.

## *XII. PROVISIONES JURÍDICAS*

La revisión de la Convención de Viena fue testigo de un debate cerrado sobre la cuestión de la jurisdicción sobre las demandas por daños nucleares las cuales se pasaron directamente al Protocolo, en la Conferencia Diplomática. De manera interesante, el debate ubicó no mucho la cuestión de la jurisdicción en general como una instancia de la misma, notablemente al ocurrir de incidentes nucleares en la zona económica exclusiva (ZEE) de una Parte Contratante. El debate se enfocó a los problemas sobre la ley del mar asociados con el hecho de que los términos referentes a las zonas económicas exclusivas no estaban precisamente reguladas por la Convención de 1982 sobre la Ley del Mar. Esa Convención da a los Estados costeros jurisdicción con respecto a la preservación del medio ambiente marino en su ZEE. Como sea, hasta que grado podrá un Estado ejercitar esta jurisdicción todavía es materia de controversia. Los Estados a favor de su inclusión en el Protocolo de provisiones jurisdiccionales sobre zonas económicas exclusiva avanzaron con el argumento de que, de acuerdo al Artículo 56.1(b)(ii) de la Convención de Naciones Unidas sobre la Ley del Mar.

" Los Estados costeros tienen jurisdicción con respecto a la preservación del medio ambiente marino, y que si el daño nuclear ocurrido en dicha zona, dichos daños serían sufridos principalmente por los recursos naturales con los que los Estados sostienen su responsabilidad bajo la ley marítima. Este argumento es, de otra manera, mantenido por el hecho de que son frecuentemente casos de transporte de materiales nucleares en zonas económicas exclusivas." (85)

Las provisiones sobre la jurisdicción fueron finalizadas solamente en la Conferencia Diplomática y el resultado es un párrafo complicado, rompiendo con la regla general, que es característica de las convenciones sobre responsabilidad nuclear, de que las jurisdicciones sobre acciones por compensación se basa en el Estado de la Instalación. En el Artículo XI.1 bis de la Convención de Viena revisada "donde ocurre un incidente nuclear dentro del área de la zona económica exclusiva de una Parte Contratante o, si dicha zona no ha sido establecida, en un área no excediendo los límites de una zona económica exclusiva, donde una fuese establecida, para propósitos de esta Convención, se basará solamente en las cortes de aquella Parte" (86). Esto es condicional sobre la notificación de esa Parte Contratante al Depositario, de dicha área, inclusive antes del incidente nuclear. Para evitar cualquier malentendido concerniente a la ley del mar, el mismo párrafo añade que: "nada en este párrafo será interpretado como permisión del ejercicio de jurisdicción en una manera en la que sea contraria a la ley internacional del mar, incluyendo la Convención de Naciones Unidas sobre la Ley del Mar".(87)

Hay otro párrafo nuevo en el artículo XI sobre jurisdicción, el cual incontestablemente sirve a los intereses de víctimas potenciales y facilita la distribución equitativa de los fondos de compensación. Ese párrafo provee que las Partes Contratantes asegurará que sólo un foro jurídico simple tiene jurisdicción con relación a cualquier incidente nuclear.

### *XIII. ACCIONES POR COMPENSACIÓN*

La adición a las provisiones jurisdiccionales de la Convención de un nuevo artículo XIA concerniente a acciones de compensación, es muy importante. Protege los intereses de víctimas potenciales al permitir a los Estados traer acciones en nombre de sus ciudadanos y otras víctimas que han sufrido daños nucleares y que tienen su domicilio o residencia en su territorio. Esta provisión fue inspirada por el hecho de que el litigio en un fórum extranjero podría sujetar a las víctimas a una indebida inconveniencia. Sería notable la importancia, en casos de accidentes industriales donde hay miles de víctimas potenciales, para decidir quien tendrá el derecho de representar a las víctimas. Por ejemplo, después de la catástrofe de Bhopal del 2 de diciembre de 1984, uno de los accidentes industriales de todos los tiempos, un término primario fue el que si la India tenía el derecho de representar a sus víctimas.

---

85. Ibid

86. Ibid

87. Ibid

El artículo en cuestión, es una innovación del Protocolo, y acuerda a las víctimas un tipo de protección el cual es más especial en términos legales. Difiere de la protección diplomática tradicional desde que no está sujeta al agotamiento de soluciones locales y el daño a víctimas no es causado por un Estado foráneo. Así, esta protección es más cercana a la protección consular. Al mismo tiempo, es diferente en que, la protección en este caso no es acordada a personas residentes en el extranjero. Desde que los párrafos proveen protección sobre una indemnización equitativa con los nacionales, para aquellos extranjeros que son residentes permanentes de un Estado particular, sería posible para una víctima, si existen víctimas en varios Estados, para confiar en ambos lados, el Estado de su nacionalidad y el Estado de su domicilio o residencia.

El último párrafo del nuevo artículo XIA trata las demandas por subrogación o asignación y establece que aquellas demandas deberían ser también admitidas por la corte competente.

#### *XIV. INVOLUCRAMIENTO DE FONDOS PÚBLICOS EN COMPENSACIÓN POR DAÑOS NUCLEARES*

Uno de las más grandes novedades acerca del Protocolo es que expresamente provee para una compensación que esté disponible de los fondos públicos para daños nucleares. Debería añadirse, que la compensación de fondos públicos ocurrirá solamente si un Estado Parte exime al operador de arriba de la mitad de su responsabilidad (durante el periodo introductor la proporción podría ser más grande), en este caso la Parte Contratante debe tener fondos públicos disponibles para asegurar una cantidad total de compensación como es requerida por el Artículo V.I. Para balancear estas provisiones, el Protocolo incorpora ciertas garantías para proteger los fondos públicos.

El artículo 4 del Protocolo podría decirse que contiene dichas garantías, como se añade en el artículo 2 de la Convención de Viena con la provisión bajo la cual el Estado de la Instalación podría limitar las cantidades de responsabilidad pagables de los fondos públicos en casos en donde varios operadores son severa y conjuntamente responsables. Esta enmienda es enfocada a asegurar que, aunque algunos operadores son responsables por daños nucleares, solamente un pago es hecho con respecto al incidente mismo.

El artículo 7.2 del Protocolo añade un artículo nuevo VC a la Convención de Viena, proveyendo para aquellos casos donde la corte competente no es del Estado de la Instalación. Una vez más la protección de fondos públicos aparece aquí, desde que el Estado de la Instalación es naturalmente requerido para reembolsar al Estado de la corte competente todos los pagos hechos de fondos públicos. De acuerdo al Protocolo, los Estados convinieron en aceptar el procedimiento de reembolso. Otra provisión nueva que permite un poco lógicamente al Estado de la Instalación intervenir en procedimientos y participar en cualquier liquidación referente al pago de la compensación.

## *XV LIQUIDACIÓN DE DISPUTAS*

El núcleo y sustancia del nuevo mecanismo de disputa (Artículo XXA de la Convención de Viena revisada) es éste: al momento de una disputa entre Estados Miembros de la Convención de Viena referente a la aplicación de la Convención las partes que están en disputa deberán consultar con miras al pago de la disputa a través de la negociación o cualquier otro medio pacífico del pago de disputas que sea aceptado por ellos; si una disputa no puede ser liquidada dentro de 6 meses desde la petición de consulta, cualquier parte podría someter la disputa a arbitraje o referirlo a la Corte Internacional de Justicia; donde una disputa es sometida a arbitraje y las partes en disputa son incapaces de acordar la organización del arbitraje, cualquier parte podría pedir al Presidente de la Corte Internacional de Justicia o a la Secretaría General de las Naciones Unidas acordar uno o más árbitros. Es importante notar que en este párrafo el Protocolo se refiere a desacuerdos en la organización del arbitraje, el cual podría ser un desacuerdo no solo en la composición de la corte arbitral, sino también en las reglas de procedimiento. Como sea, el Protocolo señala "solamente la primer diferencia de opiniones, estableciendo que en casos de conflictos entre las partes, la petición a la Secretaría General de Naciones Unidas tendrá prioridad. Para esa materia, una Parte Contratante no está bajo alguna obligación para aceptar el mecanismo de disputa provisto por el Protocolo, y cuando se ratifique, acepte o apruebe la Convención, se podría decir que no se considera por sí mismo dirigido por alguno de los procedimientos del pago de disputas" (86). La consecuencia es que el artículo que rige el pago de disputas no será considerada igual de válido entre el Estado que haga dicha declaración y el resto de las Partes Contratantes.

## *XVI. AJUSTAMIENTOS TEXTUALES*

El Protocolo contiene ciertas provisiones que son simplemente ajustamientos textuales a la Convención de Viena:

- 1) El artículo 7.2 del Protocolo simplemente expresa con otras palabras el artículo relevante de la Convención de Viena al efecto de que costos e intereses otorgados por las cortes en acciones por compensación por daños nucleares no serán acusables contra las cantidades de responsabilidad ajustadas por la Convención, que es, el que dichos costos e intereses serán pagables en adición a esas cantidades.
- 2) La versión revisada del artículo XII de la Convención de Viena, sobre el reconocimiento y reforzamiento de juicios, pueden ser similarmente considerados como una expresión en otras palabras de provisiones relevantes.
- 3) El artículo 2.1 del Protocolo revisa el artículo I.1(j) de la Convención de Viena a través de la redefinición de instalación nuclear para incluir ciertas facilidades las cuales la Junta de Gobernadores del OIEA consideran que sean instalaciones nucleares, como resultado de desarrollos tecnológicos.

4) El artículo 16 del Protocolo que enmienda al artículo XVIII de la Convención de Viena, que rige la relación entre la Convención de Viena como lex specialis y la ley internacional como lex generalis. Este cambio puede ser visto como una enmienda menor que refina el texto existente, pero, diferente al texto reciente, las palabras revisadas se refieren a los derechos y obligaciones bajo la ley internacional, que no son afectadas por las provisiones de la Convención de Viena.

5) Otra enmienda de menor importancia, relativa al transporte de material nuclear, es la que modifica al artículo III de la Convención de Viena y la cual permite al Estado de la Instalación para excluir la responsabilidad obligatoria del operador para proveer a un transportista de un certificado de seguridad financiera, con respecto al transporte de material nuclear dentro del Estado.

#### *XVII. COEXISTENCIA PACÍFICA DE LAS DOS CONVENCIONES DE VIENA*

Como ya se ha notado, técnicamente la Convención de Viena fue revisada a través del Protocolo para enmendar el instrumento, y de acuerdo al artículo 19 del Protocolo "Un Estado que sea Parte de este Protocolo pero no de la Convención de Viena de 1963 será dirigido por las provisiones de esa Convención como está enmendada por el Protocolo en relación con otros Estados Partes a éste y a falta de una expresión con una diferente intención por el Estado al momento del depósito de un instrumento referido en el artículo 20 será dirigido por las provisiones de la Convención de Viena de 1963 en relación con los Estados que son Partes del mismo" (87). Esta solución ha creado una situación especial, porque después de la entrada en vigor del Protocolo estarán operando juntas las dos Convenciones de Viena, notablemente la Convención original de 1963 y su nueva versión enmendada por el Protocolo.

Después de que el Protocolo haya entrado en vigor, un Estado solamente podría acceder a la versión enmendada, pero en las relaciones inter se de los Estados Parte a la Viena Convención de Viena las provisiones de esa Convención permanecerán en vigor hasta el tiempo que ellos hayan accedido al Protocolo. Esta complicada situación es no obstante entendible y está completamente de acuerdo con el artículo 40 de la Convención de Viena de 1969 sobre la Ley de Celebración de Tratados, la cual provee la enmienda de tratados multilaterales.

" En 1989 las negociaciones para la revisión de la Convención de Viena habían comenzado con el objetivo de reforzar el régimen existente de responsabilidad nuclear y el mejoramiento de la situación de víctimas potenciales de accidentes nucleares. El Protocolo para enmendar la Convención de Viena sirve a esos propósitos; esto también refleja un buen compromiso, desde que este es resultado del proceso de negociación en el cual los expertos de Estados nucleares y no nucleares, de las Partes Contratantes y no Contratantes estuvieron muy activos. Eso enfrenta algún aseguramiento de que el compromiso de solución buscado es aceptable a todos los Estados participantes en la adopción del Protocolo." (88)

---

87. Ibid.

88. Idem.

Ahora que la Convención de Viena ha sido revisada, se espera que, por un lado, habrá acceso a la Convención de Viena revisada por Estados adicionales, principalmente aquellos que lejanamente evitaban algo de su régimen de responsabilidad por las insuficiencias, y por otro lado, los Estados Miembro actuales de la Convención de Viena ratificarán el Protocolo o accederán a ella, causando por eso el hecho de que la Convención de Viena de 1963 eventualmente pierda su efecto.

### **7.7 PROTOCOLO FACULTATIVO SOBRE JURISDICCIÓN OBLIGATORIA PARA LA SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS DE LA CONVENCIÓN DE VIENA DE 1997 SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES**

Este Protocolo fue aprobado el 21 de mayo de 1963 por la Conferencia Internacional celebrada en Viena de el 29 de abril al 19 de mayo de 1963, y se abrió a la firma en esa misma fecha. El Protocolo Facultativo entró en vigor el 13 de mayo de 1999, es decir, el trigésimo día siguiente a al de la fecha de depósito del segundo instrumento de ratificación o adhesión al protocolo facultativo, de conformidad con las disposiciones del artículo 7.

El objetivo de este Protocolo, es recurrir a la jurisdicción obligatoria de la Corte Internacional de Justicia en todo lo que les afecte y se refiera a la solución de cualquier controversia originada por la interpretación o aplicación de la convención, a menos que las partes en controversia convengan, dentro de un plazo razonable, en otra forma de solución.

Según el contenido de este Protocolo, las controversias originadas por la interpretación o aplicación de la convención se someterán obligatoriamente a la Corte Internacional de Justicia. Las partes en una controversia podrán convenir, dentro de un plazo de dos meses, en recurrir a un tribunal de arbitraje, en vez de hacerlo ante la Corte Internacional de Justicia.

También, las mismas partes podrán convenir en adoptar un procedimiento de conciliación, antes de acudir a la Corte Internacional de Justicia.

Este Protocolo queda abierto a la adhesión de todos los Estados que puedan ser partes en la Convención.

### **6.8 CONVENCIÓN SOBRE FINANCIAMIENTO SUPLEMENTARIO POR DAÑOS NUCLEARES DE 1997**

La Convención sobre Financiamiento Suplementario por daños nucleares fue firmada en 1997, con el objeto de establecer un régimen mundial de responsabilidad para suplementar y reforzar esas medidas con miras a aumentar el importe de la indemnización por daños nucleares; además, reconocer que ese régimen mundial de responsabilidad fomentaría la cooperación regional y mundial para promover una base más sólida de seguridad de acuerdo con los principios de asociación y solidaridad internacionales;

El fin de la Convención es el suplementar el sistema de indemnización establecido conforme al derecho nacional que sea aplicado por alguno de los instrumentos jurídicos (ya sea la Convención de Viena o el Convenio de París).

La indemnización se aplicará a los daños nucleares de los cuales el operador de una instalación nuclear que sea usada con fines pacíficos, y que está situada en el territorio de una parte contratante, sea responsable de acuerdo a la Convención o al Convenio.

Dicha indemnización se garantizará para cada incidente nuclear a través de:

- a) La aportación por parte del estado de la instalación, de 300 millones de DEG's o un monto superior que hubiese sido especificado ante el depositario (el director general del OIEA).
- b) También una parte contratante pueda establecer, en un máximo de diez años a partir de la fecha de apertura a la firma de esta Convención, una cantidad transitoria mínima de 150 millones de DEG's, si se llega a dar un incidente nuclear en este lapso de tiempo.

No habrá discriminación relacionada con la nacionalidad, domicilio o residencia, para el reparto equitativo de la indemnización; y además, si la legislación del Estado de la Instalación lo permite, se pueden excluir daños nucleares sufridos en un Estado no Contratante.

En caso de que los daños nucleares no hagan necesaria la cantidad total establecida, las contribuciones se reducirán proporcionalmente; añadiendo que los intereses y costos concedidos por un tribunal por acciones de indemnización también serán pagados de forma proporcional, por el operador responsable, la Parte Contratante en donde se encuentra la instalación nuclear de este operador, y demás Partes Contratantes.

Para la fórmula de las contribuciones se ha establecido que la cantidad como producto de la potencia nuclear establecida en esa parte contratante, será multiplicada por cada unidad de potencia instalada por 300 DEG's.

Se puede excluir un reactor nuclear de este cálculo, cuando se hayan extraído todos los combustibles del núcleo del reactor y que se hayan almacenados en condiciones de seguridad conforme a procedimientos aprobados.

En el ámbito geográfico, se explica que los fondos se aplicarán a los daños nucleares sufridos en el territorio de una Parte Contratante, en las zonas marítimas fuera del mar territorial de una Parte Contratante, a bordo de un buque (ya sea que ostente el pabellón de una Parte Contratante) o una aeronave registrada en dicho territorio y que esté bajo la jurisdicción de una Parte Contratante, en la Zona Económica Exclusiva de dicha Parte, además del sufrido por un nacional. Se excluyen los daños sufridos en territorio o mar de un Estado que no sea parte de esta Convención.

Se especifica como nacional de una Parte Contratante, a la misma Parte Contratante, subdivisiones políticas de su territorio, toda persona jurídica de derecho público y toda entidad pública o privada asentada en el territorio de dicha parte aunque no tenga personalidad jurídica.

Cada Parte Contratante que tenga una instalación nuclear en donde el operador sea responsable, podrá adecuar su legislación en la que se contengan disposiciones, para que en caso de que se encuentra responsable al operador, se pueda obtener del mismo, el reembolso de los fondos públicos aportados de acuerdo a esta Convención.

Con esto se busca garantizar que las personas que sufran los daños tengan la posibilidad de hacer valer sus derechos a indemnización, y que las Partes Contratantes puedan intervenir en el proceso contra el explotador responsable.

La indemnización se distribuirá de la forma siguiente: 50% para satisfacer las demandas por daños nucleares sufridos dentro o fuera del Estado de la Instalación; 50% a daños nucleares sufridos fuera del territorio de dicho Estado en la medida en que dichas demandas no sean satisfechas.

Se hace hincapié en que si una Parte se compromete a aportar sin discriminación un importe mínimo de 600 millones de DEG's, previamente comunicado al Depositario, todos los fondos se otorgarán para indemnizar daños nucleares sufridos dentro o fuera del Estado de la Instalación.

En cuanto al ámbito jurídico, los tribunales de la Parte Contratante en cuyo territorio (incluyendo la Zona Económica Exclusiva) se haya dado el incidente nuclear serán los únicos competentes en lo referente a la toma de acciones relativas a daños nucleares.

El derecho aplicable de esta Convención, especifica que a un incidente nuclear, se le puede aplicar en forma excluyente, ya sea la Convención de Viena o el Convenio de París, o el anexo de esta Convención.



## **7.9 ESCALA INTERNACIONAL DE SUCESOS NUCLEARES (INES)**

### **7.9.1 DESCRIPCIÓN**

La Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) es un mecanismo para comunicar pronta y coherentemente al público el significado que tienen para la seguridad los sucesos ocurridos en centrales nucleares. Al poner los sucesos en su perspectiva correcta, la Escala puede facilitar una comprensión común por la comunidad nuclear, los medios de información y el público. La escala fue diseñada por un grupo internacional de expertos convocado conjuntamente por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Agencia para la Energía Nuclear (AEN) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. La escala refleja también la experiencia derivada del empleo de escalas similares en Francia y Japón, así como los estudios sobre posibles escalas hechos en varios otros países.

La Escala se aplicó inicialmente sobre un período de prueba para clasificar los sucesos acaecidos en centrales nucleares, y luego se amplió y adaptó para permitir su aplicación a cualquier suceso relacionado con materiales radioactivos y/o radiaciones y a cualquier suceso ocurrido durante el transporte de materiales radioactivos. Actualmente se aplica exitosamente en más de 60 países.

El servicio de información de la INES –la red de comunicación creada de acuerdo con lo solicitado– recibe de los oficiales nacionales de la INES de 60 Estados miembros los formularios de clasificación de sucesos que proporcionan información autorizada respecto de los sucesos nucleares, y distribuye tales formularios a dichos oficiales. Los formularios de clasificación de sucesos se distribuyen cuando dichos sucesos son significativos para:

- la seguridad operacional (nivel 2 y niveles superiores de la INES)
- el interés público (nivel 1 y debajo de la INES)

El proceso de comunicación ha llevado a cada país participante a crear una estructura que vela porque todos los sucesos se clasifiquen prontamente con empleo del procedimiento de clasificación de la INES, con el fin de facilitar su comunicación siempre que corresponda comunicarlos al exterior.

Los sucesos se clasifican en la escala en siete niveles; los niveles superiores (4 a 7) se denominan accidentes y los niveles inferiores (1 a 3), incidentes. Los sucesos que no tienen clasificación debajo de la escala en el nivel 0 se denominan desviaciones. Los sucesos que no tienen importancia para la seguridad se denominan sucesos fuera de la Escala.

La estructura básica de la escala se muestra a continuación. Los sucesos se consideran de acuerdo con tres atributos o criterios de seguridad representados cada uno por una columna: impacto fuera del emplazamiento, impacto en el emplazamiento y degradación de la defensa en profundidad.

La segunda columna de la matriz se relaciona con los sucesos que tienen por resultado liberaciones de radiactividad fuera del emplazamiento. Como ésta es la única consecuencia que tiene efecto directo para el público, es comprensible que tales liberaciones causen especial preocupación. De este modo, el punto inferior de esta columna representa una liberación que someta al grupo crítico a una dosis de radiación estimada que equivalga numéricamente a aproximadamente un décimo del límite de dosis anual prescrito para el público; se clasifica en el nivel tres. Esa dosis equivale típicamente a aproximadamente una décima parte de la dosis anual media recibida de la radiación de fondo natural: El nivel más alto constituye un accidente nuclear grave con consecuencias múltiples para la salud y el medio ambiente.

La tercera columna considera el impacto del suceso en el emplazamiento. Esta categoría abarca una gama que va del nivel dos (contaminación y/o sobre exposición de un trabajador) al nivel 5 (daños graves al núcleo del reactor o a las barreras radiológicas).

Todas las instalaciones nucleares están diseñadas de manera tal que sucesivas provisiones de seguridad actúen para prevenir un impacto grave en el emplazamiento o fuera del emplazamiento, y la magnitud de las provisiones de seguridad existentes guardará generalmente proporción con el potencial de un impacto en y fuera del emplazamiento. Todas esas provisiones de seguridad deben haber fallado antes de que se produzcan consecuencias sustanciales fuera del emplazamiento o en el emplazamiento. La existencia de estas provisiones de seguridad se denominan defensa en profundidad. La cuarta columna de la matriz se relaciona con los incidentes en instalaciones nucleares o durante el transporte de materiales radioactivos en que las disposiciones de esa defensa en profundidad se hayan degradado. Esta columna abarca los niveles de incidente 1 a 3.

Un suceso que tenga características representadas por más de un criterio se clasifican siempre en el nivel de los criterios dados que sean más elevados.

Los sucesos que no alcanzan el umbral de ninguno de estos criterios se clasifican debajo de la escala en el nivel cero.

El uso de la escala comprende varias fases:

- Aunque la Escala está concebida para su pronta utilización después de un suceso, habrá ocasiones en que se requiera más tiempo para entender y clasificar las consecuencias de un suceso. En esas circunstancias, se dará una clasificación provisional sujeta a confirmación en fecha posterior. También es posible que como resultado de una mayor información, se requiera reclasificar un suceso .
- La escala no reemplaza los criterios ya adoptados en el plano nacional e internacional para el análisis técnico de los sucesos y la presentación de informes al respecto a las autoridades encargadas de la seguridad. Tampoco forma parte de las disposiciones oficiales de emergencia que existen en cada país para hacer frente a los accidentes radiológicos.
- Aunque para todas las instalaciones se utiliza la misma Escala, en algunos tipos de instalaciones es físicamente imposible que ocurran sucesos que entrañen la liberación al medio ambiente de cantidades considerables de materiales radioactivos. Para esas instalaciones no serían aplicables los niveles superiores de la escala. Entre tales instalaciones se comprenden los reactores de investigación, las instalaciones de tratamiento de combustible nuclear no irradiado y los emplazamientos de almacenamiento de desechos.
- La escala no clasifica los incidentes industriales u otros sucesos que no se relacionan con actividades nucleares o radiológicas. Estos sucesos se denominan fuera de la Escala. Por ejemplo, aunque los sucesos relacionados con una turbina o generador pueden afectar al equipo relacionado con la seguridad, los fallos que afecten únicamente a la disponibilidad de una turbina o generador se clasificarían como fuera de la Escala. Del mismo modo los sucesos como los incendios deben considerarse fuera de la Escala cuando no representen ningún peligro radiológico posible y no afecten a las provisiones de seguridad.
- La escala no es apropiada con base para escoger sucesos con fines de aprovechamiento de la experiencia operacional, pues a menudo pueden dependerse importantes enseñanzas de sucesos cuya significación sea relativamente pequeña.
- No cabe utilizar la Escala para comparar el comportamiento de los diversos países en materia de seguridad. Cada país adopta disposiciones diferentes para informar al público de los sucesos menores y es difícil lograr una armonía internacional precisa al clasificar los sucesos que están en la frontera entre el nivel 0 y el nivel 1. El número estadísticamente pequeño de tales sucesos, con variaciones de año en año, dificulta la realización de comparaciones internacionales que tengan algún significado.
- Aunque ampliamente comparables, los criterios de seguridad nuclear y radiológica y la terminología utilizada para describirlos varía de un país a otro. La INES se ha diseñado para tomar en cuenta este hecho.

## 7.9.2 ESTRUCTURA

### DESVIACIONES O DEBAJO DE LA ESCALA

Desviaciones en que los límites y condiciones operacionales no han sido rebasados y que se gestionan adecuadamente de acuerdo con los procedimientos pertinentes. Entre los ejemplos se incluyen: un fallo aleatorio único en el sistema redundante descubierto durante las inspecciones o ensayos periódicos, un disparo previsto del reactor que proceda normalmente, activación espuria de los sistemas de protección sin consecuencias significativas, escape dentro de los límites operacionales, pequeños derrames de contaminación dentro de zonas controladas sin mayores consecuencias para la cultura de la seguridad.

#### NIVEL 1

##### ANOMALIA

Anomalía que rebasa el régimen autorizado pero con un mantenimiento significativo de la defensa en profundidad. Esto puede deberse a fallo del equipo, error humano a procedimientos inadecuados y puede ocurrir en cualquier zona abarcada por la escala, por ejemplo explotación de la central, transporte de materiales radiactivos, manipulación de combustible, almacenamiento de desechos, entre los ejemplos se incluyen violación de las especificaciones técnicas o del reglamento de transporte, incidentes sin consecuencias directas para la seguridad que revelen insuficiencias del sistema organizativo o de la cultura de la seguridad o de la cultura de la seguridad, pequeños defectos de las tuberías que vayan más allá de lo esperado por el programa de la vigilancia.

#### NIVEL 2

##### INCIDENTE

Incidentes con fallo significativo de las disposiciones de seguridad pero en que subsiste una defensa en profundidad suficiente para hacer frente a nuevos fallos. Esto comprende sucesos cuyos fallos reales se clasificarían en el nivel 1, pero que revelasen otras significativas insuficiencias organizativas o deficiencias de la cultura de la seguridad.

Un suceso que tenga por resultado una dosis recibida por un trabajador que exceda el límite de la dosis anual establecido y/o un suceso que cause la presencia de cantidades significativas de radiactividad en la instalación en zonas en que según el diseño no se las espere y que requiera medidas correctivas.

### NIVEL 3

#### INCIDENTE IMPORTANTE

Liberación externa de radiactividad que de por resultado una dosis al grupo crítico del orden de décimos de milisievert. Con esa liberación, es posible que no se necesiten medidas de protección fuera del emplazamiento.

Sucesos en el emplazamiento que se traduzcan en dosis recibidas por los trabajadores suficientes para causar efectos agudos en la salud y/o un suceso que provoque una fuerte difusión de contaminación, como por ejemplo, algunos miles de terabequerelios de actividad liberados en una contención secundaria en que el material pueda llevarse de vuelta a una zona de almacenamiento satisfactoria.

Incidentes en que un fallo ulterior de los sistemas de seguridad podría dar lugar a condiciones de accidente o a una situación en que los sistemas de seguridad no pudiesen impedir un accidente si se produjera ciertos sucesos iniciadores.

### NIVEL 4

#### ACCIDENTE SIN RIESGO SIGNIFICATIVO FUERA DEL EMPLAZAMIENTO

Liberación externa de radiactividad que tenga por resultado una dosis al grupo crítico del orden de algunos milisievert. Con esa liberación sería por lo general poco probable que se requieran medidas de protección fuera del emplazamiento, con excepción de un posible control local de los alimentos.

Daños significativos en la instalación nuclear. Un accidente de este tipo podría comprender daños en la central nuclear que originasen importantes problemas de recuperación en el emplazamiento, tales como la fusión parcial del núcleo en un reactor de potencia y sucesos comparables en instalaciones que no sean reactores.

Irradiación de uno o más trabajadores que se traduzcan en una sobreexposición con probabilidad alta de muerte temprana.

### NIVEL 5

#### ACCIDENTE CON RIESGO FUERA DEL EMPLAZAMIENTO

Liberación externa de material radiactivo (en cantidades radiológicamente equivalentes al orden de cientos a miles de terabequerios de yodo 131). Esa liberación tendría por resultado probablemente la puesta en práctica parcial de las contramedidas previstas en los planes locales para casos de emergencia a fin de reducir la probabilidad de efectos para la salud.

Daños graves en la instalación nuclear. Ello puede incluir daños grave en una gran parte del núcleo de un reactor de potencia, un incidente de criticidad importante o un incendio o explosión importante que libere grandes cantidades de radiactividad dentro de la instalación.

#### NIVEL 6

##### ACCIDENTE IMPORTANTE

Liberación externa de material radiactivo (en cantidades radiológicamente equivalentes al orden de miles a decenas de miles de terabequelios de yodo 131). Esa liberación tendría por resultado probablemente la puesta en práctica plena de las contramedidas previstas en los planes locales para casos de emergencia a fin de limitar los efectos severos para la salud.

#### NIVEL 7

##### ACCIDENTE GRAVE

Liberación externa de una gran parte del material radiactivo de una instalación grande (por ejemplo, el núcleo de un reactor de potencia). Ello comprendería típicamente una mezcla de productos de fisión radiactivos de vida corta y larga (en cantidades radiológicamente a efectos agudos para la salud; efectos retardados para la salud en una amplia zona que abarcase posiblemente más de un país, consecuencias a largo plazo para el medio ambiente.

### **7.9.3 EJEMPLOS DE SUCESOS NUCLEARES**

- Central nuclear de Vandellós, España (1989), no se tradujo en ninguna liberación externa de radiactividad ni se produjo daño alguno en el núcleo del reactor ni contaminación en el emplazamiento. Sin embargo los daños en los sistemas de seguridad de la central causados por el fuego degradaron significativamente la defensa en profundidad. El suceso está clasificado en el nivel 3, sobre la base del criterio de la defensa en profundidad.
- Planta de reelaboración de Windscale (actualmente Sellafield), Reino Unido (1973), comprendió una liberación de material radiactivo en una zona de operaciones de la central como resultado de una reacción exotérmica en una vasija de procesamiento. Esta clasificado en el nivel 4.
- Central Nuclear de Saint-Laurent, Francia (1980), produjo daño parcial en el núcleo del reactor, pero no hubo ninguna liberación externa de radiactividad. Sobre la base de su impacto en el emplazamiento, este suceso esta clasificado en el nivel 4.

- Conjunto crítico de Buenos Aires, Argentina (1983), consistió en una excursión accidental de potencia debida a la inobservancia de las normas de seguridad durante una secuencia de modificación del núcleo, se tradujo en la muerte del operador, quien estaba probablemente a una distancia de 3 o 4 metros. La evacuación de las dosis absorbidas por la víctima indica 21 Gy para la dosis gamma junto con 22 Gy para la dosis de neutrones. El suceso está clasificado en el nivel 4, sobre la base en el impacto en el emplazamiento.
- Windscale Pile (ahora Sellafield), Reino Unido (1957), comprendió una liberación externa de productos de fisión radiactivos. Sobre la base de su impacto fuera del emplazamiento, este suceso está clasificado en el nivel 5.
- Central Nuclear de Three Mile Island, Estados Unidos (1979), provocó daños graves en el núcleo del reactor. La liberación de radiactividad fuera del emplazamiento fue muy limitada. Este suceso está clasificado en el nivel 5.
- Planta de reelaboración de Kishtim, URSS (actualmente en Rusia), 1957. Dio lugar a una gran liberación fuera del emplazamiento. Para limitar sus graves consecuencias para la salud, se tomaron medidas de emergencia, incluida la evacuación de la población. Sobre la base de su impacto fuera del emplazamiento, este suceso se halla clasificado en el nivel 6.
- Central Nuclear de Chernobyl, URSS (actualmente en Ucrania), 1986. Tuvo múltiples efectos para el medio ambiente y la salud. Por lo tanto está clasificado en el nivel 7.

# CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

La energía en sus diferentes modalidades, es indispensable para el desarrollo de la humanidad, al permitir avances sociales, económicos y científicos a los pueblos.

En el caso específico de México, a través del Balance Nacional de Energía, ha dejado en claro la importancia del sector energético en nuestro país. En dicho Balance se pudo observar que en ese año (1997), la tendencia tanto en producción como en el destino de la oferta interna bruta fue estable. Se incrementó el consumo nacional. Así, también se vio la demanda por parte de los diferentes sectores socioeconómicos, y que son de vital importancia para el desarrollo de México.

En el caso de la energía nuclear, una energía relativamente nueva, se ha visto envuelta en una serie de polémicas en cuanto a su uso. Se ha estudiado el hecho de que para llevar a cabo un proyecto energético nuclear seguro, es necesario el tener una vía sostenible, en términos de medio ambiente. Pero ciertos eventos contemporáneos, con respecto a la energía nuclear, han puesto en jaque sus aplicaciones. Una de las consecuencias más importantes y que ha causado estragos en todo el mundo, es el cambio climático: sus consecuencias económicas y sociales son desastrosas. Y, es en este momento, que se hace énfasis, para que el uso de la energía, en términos económicos, sea compatible con los objetivos ambientales.

Para información del grueso de la población, la energía nuclear es una fuente segura y limpia, en comparación con otros tipos de energía (carboníferas, hidroeléctricas, eololéctricas, etc.). Además es la primer industria en explorar explícitamente impactos potenciales a la salud y el medio ambiente, evaluando posibilidades de solución. Y se ha analizado que la energía nuclear es mucho menos peligrosas que la energía carbonífera y petrolera, funcionando todo el tiempo, ya que no es afectada por cualquier tipo de clima.

Se ha hecho hincapié en que el uso de la energía nuclear, es limpia, segura y confiable, siempre y cuando se tenga un conocimiento especializado en este campo, y se tengan las instituciones necesarias para vigilar su uso y aplicación, cuidando que no afecte a terceros. En México, existen instituciones encargadas de llevar a cabo estas funciones. A través del análisis histórico de cada una de ellas, se ha hecho notable su gran trascendencia.

En la legislación mexicana, se ha hecho énfasis en que es necesario contar con un marco legal y reglamentario que rijan de manera adecuada la seguridad de las plantas nucleares. Es necesario destacar la importancia de comentar los reglamentos que rigen la explotación, uso, manejo, transporte, medio ambiente, seguridad y sobre todo, la **responsabilidad civil**, mismo que sirve para poder entender mejor la realidad nacional actual.

Basándonos en los diferentes instrumentos jurídicos internacionales, en cuanto a seguridad, prevención de contaminación, protección física de los materiales nucleares, asistencia en casos urgentes, se ha concluido que la realidad mundial suscitó grandes cambios originados a raíz de accidentes tan deplorables como lo fue el de Chernobyl, mismo que obligó a reestructurar la responsabilidad internacional de los Estados, con respecto al uso de la energía nuclear y el error humano.

Para poder detallar mejor lo que sucede en el mundo, con respecto a la energía nuclear, fue necesario conocer primero los diferentes organismos internacionales, encargados de regular esta fuente energética, en sus diferentes ámbitos y que también tuvieron cambios muy significativos. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), el más importante a nivel mundial, se ha enfocado principalmente al mejoramiento continuo del uso de la energía nuclear, así como la prohibición de su uso con fines militares.

La Agencia de Energía Nuclear, órgano de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) se ha encargado de procurar que la energía nuclear sea un recurso energético favorable para todos los países miembros, además de que no sea nocivo para el medio ambiente, pero también ha urgido a los países a tomar en consideración la incursión del sector privado en el sector energético lo que ha propiciado una serie de controversias por la privatización de dicho sector.

El Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica, (UNSCEAR, por sus siglas en inglés), ha tratado de crear conciencia sobre los peligros de la radiación y que han generado importantes cambios climáticos en todo el mundo, con un gran impacto.

Es obvio que debido a procedimientos diplomáticos, la ratificación de los diferentes instrumentos jurídicos, algunos de ellos son relativamente nuevos en nuestro compendio de leyes, y se han detectado algunas disposiciones arcaicas que ya no son compatibles con la realidad actual.

El Protocolo de Enmienda a la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, es parte del marco de seguridad jurídica y financiera del uso de la energía nuclear actual.

La seguridad nuclear hoy en día es alta, y la probabilidad de que pasen accidentes como el de Chernobyl es muy baja; la magnitud del daño es clasificada como potencial, precisamente, debido a los avances tecnológicos en esta materia, por ende, mayor es la responsabilidad del uso de esta fuente.

Se ha puesto de manifiesto, que en caso de un accidente nuclear, las consecuencias y pérdidas económicas serían muy significativas y muchos países enfrentan actualmente crisis económicas fuertes, por eso se ha establecido un nuevo régimen legal de indemnizaciones. Lo que en comparación con el régimen anterior, es mucho mejor y más apto para enfrentar situaciones adversas.

Las víctimas, antes del accidente de Chernobyl no sabían a quien demandar en caso de sufrir un daño, por no saber quien era el responsable de todo esto, pero con el nuevo régimen ha canalizado la responsabilidad a una sola persona, que es el explotador de la instalación nuclear.

No había un límite establecido de responsabilidad en la anterior legislación. Ahora se impone una cantidad mínima de 300 millones de DEG's, para acceder al régimen de indemnización suplementaria.

Los operadores disponen de una parte de esa cantidad y la restante la cubre alguna garantía financiera o aseguradora.

Las compañías aseguradoras tradicionales han negociado cantidades bajas en cuanto a su cobertura, pero con esta nueva legislación internacional, será necesario la fusión de compañías importantes a nivel mundial que hagan frente a cantidades grandes de financiamiento en caso de un accidente nuclear.

Se hace indispensable el llegar a un acuerdo razonable, y sobre todo que el público sepa del daño causado por el accidente, pero también tratando de hacerle confiar sobre los beneficios de la energía nuclear, para hacer crecer más la infraestructura nuclear.

Esta Convención sobre Responsabilidad Civil deberá adaptarse a las necesidades de cada país. Por lo tanto, los límites de responsabilidad podrían variar de país en país, basado en la importancia de la energía nuclear en cada uno, pero la misma Convención es flexible en cuanto a la disposición de las cantidades de responsabilidad.

Desde el accidente de Chernobyl, la comunidad nuclear internacional se ha interesado en esta materia, debido a la ausencia de un régimen fuerte de responsabilidad que afrontara un evento de tal magnitud, y respondiera a las necesidades de la gente.

En el presente estudio se ha abordado los diferentes cambios en todos los niveles a raíz de este accidente nuclear, mismos que necesitan reflejarse en nuestro país, de ahí la necesidad de proponer ciertos cambios a la legislación competente al ramo nuclear.

Es necesario modificar la Ley de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, de México, debido a que es inválida en algunos artículos, que no encajan con nuestra realidad tanto nacional como internacional.

Los cambios serían:

1. Ampliar el ámbito geográfico de dicha Ley, ya que el nuevo régimen internacional aplica a los daños transfronterizos.
2. Un abarcamiento mayor del concepto de daño nuclear, como lo son los daños al medio ambiente, al igual que la implementación de las medidas preventivas y medidas razonables.
3. Establecer un tiempo mínimo de 10 años y máximo de 30 años para efectuar las reclamaciones, a partir del conocimiento del accidente y del operador responsable.
4. El único responsable en caso de un accidente nuclear, será la Comisión Federal de Electricidad.
5. La urgencia de cambiar la cantidad de la responsabilidad tal y como lo estipula el nuevo régimen de responsabilidad civil misma que tendrá que reunirse en algún momento, ya que México no ratificará dicha Convención, hasta que la mayoría de los países lo haya hecho, para tener un mayor respaldo en ese sentido.
6. Para efectos de la disposición de dicha cantidad, se tendrá que crear un fondo de indemnización estatal, lo que tendría que analizarse bien, ya que podría sugerir la creación de un pequeño impuesto en el recibo de luz, o la canalización de una parte de dicha cantidad a la creación de ese fondo, obviamente vigilado por algún comité debidamente aprobado.
7. Es inminente el aumento de la cantidad antigua de 5 millones de pesos a 300 millones de DEG's ( aprox 4724 mdp ), ya que en caso de un incidente, las víctimas aumentarían debido a la ampliación del ámbito geográfico.

Como ya se explicó, la Convención de Viena de 1997 establece ciertas opciones para llegar a juntar los 300 millones de DEG's, pero debido a los graves problemas económicos que enfrenta actualmente nuestro país, México ratificará dicha Convención hasta que la mayoría de los Estados lo haya hecho. Si tomamos en cuenta que el tiempo promedio de ratificación de este instrumento es de cada 2 años aproximadamente, y vemos que el segundo instrumento de ratificación apenas se ha depositado - siendo necesario el depósito del quinto instrumento de ratificación para su entrada en vigor -, la Convención podría entrar en vigor dentro de 6 años, aproximadamente, tiempo suficiente para que el gobierno mexicano analice profundamente esta Convención, para su posterior ratificación.

En síntesis, para México la necesidad doble de acatar este Protocolo de Enmienda representa la actualización de su marco regulatorio, ya que el operador (CFE) es del propio gobierno, y entre los evidentes planes de reestructuración se ha puesto en claro que no se concesionarán las plantas nucleares mexicanas. Un resultado muy interesante es que con éste nuevo régimen se impulsa la industria nuclear relativamente nueva en nuestro país, al mejorar continuamente su explotación y uso, así como el mantenimiento óptimo de las instalaciones nucleares de Laguna Verde, que redundarán en un mejor servicio y beneficio para el país.

# ANEXOS

## PODER EJECUTIVO

### SECRETARIA DE RELACIONES EXTERIORES

07-18-89 DECRETO de Promulgación de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, 1963, adoptada en la ciudad de Viena, Austria, el 21 de mayo de 1963.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

CARLOS SALINAS DE GORTARI, PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, a sus habitantes, sabed:

el día veintiuno del mes de mayo del año de mil novecientos sesenta y tres, en la ciudad de Viena, Austria, fue adoptada la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, 1963.

La citada Convención fue aprobada por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión, el día veintinueve del mes de diciembre del año de mil novecientos ochenta y ocho, según Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del día veintisiete del mes de enero del año de mil novecientos ochenta y nueve.

El instrumento de adhesión, firmado por mí, el día veintidós del mes de febrero del año de mil novecientos ochenta y nueve, fue depositado ante el Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica, el día veinticinco del mes de abril del propio año.

Por lo tanto, para su debida observancia, en cumplimiento de lo dispuesto en la Fracción Primera del Artículo Ochenta y Nueve de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, promulgo el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, a los veinticinco días del mes de mayo del año de mil novecientos ochenta y nueve.- Carlos Salinas de Gortari.- Rúbrica.- El Secretario de Relaciones Exteriores, Fernando Solana.- Rúbrica.

**EL C. EMB. ANDRES ROZENTAL, SUBSECRETARIO DE RELACIONES EXTERIORES, CERTIFICA:**

Que en los archivos de esta Secretaría obra copia certificada de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, 1963, adoptada en la ciudad de Viena, Austria, el día veintiuno del mes de mayo del año de mil novecientos sesenta y tres, cuyo texto y forma en español son los siguientes:

#### CONVENCION DE VIENA SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES

LAS PARTES CONTRATANTES, HABIENDO RECONOCIDO la conveniencia de fijar normas mínimas que ofrezcan una protección financiera contra los daños derivados de determinadas aplicaciones pacíficas de la energía nuclear,

CONVENCIDAS de que una convención sobre responsabilidad civil por daños nucleares contribuirá también a instaurar relaciones amistosas entre las naciones, independientemente de sus diferentes regímenes constitucionales y sociales,

HAN DECIDIDO concertar a tal efecto una Convención y, en consecuencia, han acordado lo que sigue:

## ARTICULO I

### 1. A los efectos de la presente Convención:

a) Por "persona" se entenderá toda persona física, toda persona jurídica de derecho público o de derecho privado, toda entidad pública o privada aunque no tenga personalidad jurídica, toda organización internacional que tenga personalidad jurídica con arreglo a la legislación del Estado de la instalación y todo Estado o cualesquiera de sus subdivisiones políticas.

b) La expresión "nacional de una Parte Contratante" comprenderá la Parte Contratante o cualquiera de las subdivisiones políticas de su territorio, toda persona jurídica de derecho público o de derecho privado y toda entidad pública o privada establecida en el territorio de una Parte Contratante, aunque no tenga personalidad jurídica.

c) Por "explotador" de una instalación nuclear se entenderá la persona designada o reconocida por el Estado de la instalación como explotador de dicha instalación

d) Por "Estado de la instalación" respecto de una instalación nuclear, se entenderá la Parte Contratante en cuyo territorio esté la instalación nuclear o bien, si la instalación nuclear no está en el territorio de ningún Estado, la Parte Contratante que explote la instalación nuclear o haya autorizado su explotación.

e) Por "legislación del tribunal competente" se entenderá la legislación del tribunal que sea competente con arreglo a la presente Convención, incluidas las normas de dicha legislación que regulen los conflictos de leyes.

f) Por "combustibles nucleares" se entenderá las sustancias que puedan producir energía mediante un proceso automantenido de fisión nuclear.

g) Por "productos o desechos radiactivos" se entenderá los materiales radiactivos producidos durante el proceso, de producción o utilización de combustibles nucleares o cuya radiactividad se haya originado por la exposición a las radiaciones inherentes a dicho proceso salvo los radioisótopos que hayan alcanzado la etapa final de su elaboración y puedan ya utilizarse con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales.

h) Por "sustancias nucleares" se entenderá:

i) los combustibles nucleares, salvo el uranio natural y el uranio empobrecido, que por sí solos o en combinación con otras sustancias puedan producir energía mediante un proceso automantenido de fisión nuclear fuera de un reactor nuclear;



ii) los productos o desechos radiactivos.

i) Por "reactor nuclear" se entenderá cualquier estructura que contenga combustibles nucleares dispuestos de tal modo que dentro de ella pueda tener lugar un proceso automantenido de fisión nuclear sin necesidad de una fuente adicional de neutrones.

i) Por "instalación nuclear" se entenderá:

i) los reactores nucleares, salvo los que se utilicen como fuente de energía en un medio de transporte aéreo o marítimo, tanto para su propulsión como para otros fines;

ii) las fábricas que utilicen combustibles nucleares para producir sustancias nucleares, y las fábricas en que se proceda al tratamiento de sustancias nucleares incluidas las instalaciones de regeneración de combustibles nucleares irradiados;

iii) las instalaciones de almacenamiento de sustancias nucleares, excepto los lugares en que dichas sustancias se almacenen incidentalmente durante su transporte, en la inteligencia de que el Estado de la instalación podrá determinar que se considere como una sola instalación nuclear a varias instalaciones nucleares de un solo explotador que estén ubicadas en un mismo lugar.

k) Por "daños nucleares" se entenderá:

i) la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales y los daños y perjuicios materiales que se produzcan como resultado directo o indirecto de las propiedades radiactivas o de su combinación con las propiedades tóxicas, explosivas u otras propiedades peligrosas de los combustibles nucleares o de los productos o desechos radiactivos que se encuentren en una instalación nuclear; o de las sustancias nucleares que procedan de ella se originen en ella, o se envíen a ella;

ii) los demás daños y perjuicios que se produzcan u originen de esta manera en cuanto así lo disponga la legislación del tribunal competente;

iii) si así lo dispone la legislación del Estado de la instalación, la pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales y los daños y perjuicios materiales que se produzcan como resultado directo o indirecto de otras radiaciones ionizantes que emanen de cualquier otra fuente de radiaciones que se encuentre dentro de una instalación nuclear.

l) Por "accidente nuclear" se entenderá cualquier hecho o sucesión de hechos que tengan el mismo origen y hayan causado daños nucleares.

2. El Estado de la instalación podrá excluir del ámbito de la presente Convención cualquier cantidad pequeña de sustancias nucleares siempre que lo permita la reducida importancia de los peligros inherentes a tal decisión y siempre que:

a) los límites máximos para la exclusión de tales cantidades hayan sido determinados por la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica;

b) la cantidad de sustancias nucleares excluidas por el Estado de la instalación no exceda de los referidos límites.

La Junta de Gobernadores revisará periódicamente los límites máximos.

## ARTICULO II

1. El explotador de una instalación nuclear será responsable de los daños nucleares si se prueba que esos daños han sido ocasionados por un accidente nuclear:

a) que ocurra en su instalación nuclear;

b) en el que intervengan sustancias nucleares procedentes de su instalación nuclear o que se originen en ella cuando el accidente acaezca:

i) antes de que el explotador de otra instalación nuclear haya asumido expresamente por contrato escrito la responsabilidad de los accidentes nucleares en que intervengan las sustancias;

ii) antes de que el explotador de otra instalación nuclear se haya hecho cargo de las sustancias nucleares, si la responsabilidad no se ha asumido expresamente por contrato escrito;

iii) antes de que la persona que esté debidamente autorizada para tener a su cargo un reactor nuclear que se utilice como fuente de energía en un medio de transporte, para su propulsión o para otros fines se haya hecho cargo de las sustancias nucleares si estaban destinadas a ser utilizadas en ese reactor nuclear;

iv) antes de que las sustancias nucleares hayan sido descargadas del medio de transporte en que hayan llegado al territorio de un Estado de que no sea Parte Contratante, cuando esas sustancias hayan sido enviadas a una persona que se encuentre en el territorio de ese Estado;

c) en el que intervengan sustancias nucleares enviadas a su instalación nuclear cuando el accidente acaezca:

i) después de que el explotador haya asumido expresamente por contrato escrito la responsabilidad de los accidentes nucleares en que intervengan las sustancias nucleares que recaía en el explotador de otra instalación nuclear;

ii) después de que el explotador se haya hecho cargo de las sustancias nucleares, si la responsabilidad no se ha asumido expresamente por contrato escrito;

iii) después de que se haya hecho cargo de esas sustancias nucleares la persona que tenga a su cargo un reactor nuclear que se utilice como fuente de energía en un medio de transporte, para su propulsión o para otros fines;

iv) después de que las sustancias nucleares hayan sido cargadas en el medio de transporte en que han de ser expedidas desde el territorio de un Estado que no sea Parte Contratante, cuando esas sustancias hayan sido enviadas con el consentimiento escrito del explotador por una persona que se encuentre en el territorio de dicho Estado, quedando entendido que, si los daños nucleares han sido causados por un accidente nuclear que ocurre en una instalación nuclear y en el que intervengan sustancias nucleares almacenadas incidentalmente en ella con ocasión del transporte de dichas sustancias, las disposiciones del apartado a) del presente párrafo no se aplicarán cuando otro explotador u otra persona sea exclusivamente responsable en virtud de lo dispuesto en los apartados b) o c) del presente párrafo.

2. El Estado de la instalación podrá disponer por vía legislativa que, con las condiciones que estipule su legislación nacional un transportista de sustancias nucleares o una persona que manipule desechos radiactivos puedan ser considerados o reconocidos como explotadores en relación respectivamente, con las sustancias nucleares o con los desechos radiactivos y en sustitución del explotador interesado, si ese transportista o esa persona lo pide y el explotador consiente. En tal caso ese transportista o esa persona serán considerados a todos los efectos de la presente Convención como explotadores de una instalación nuclear en el territorio de dicho Estado.

3. a) Cuando la responsabilidad por daños nucleares recaiga en más de un explotador, esos explotadores, en la medida en que no se pueda determinar con certeza qué parte de los daños ha de atribuirse a cada uno de ellos, serán mancomunada y solidariamente responsables.

b) Cuando la responsabilidad recaiga sobre más de un explotador como consecuencia de un accidente nuclear que ocurra durante el transporte de sustancias nucleares, sea en un mismo medio de transporte sea en una misma instalación nuclear, la responsabilidad global no rebasará el límite más alto que corresponda aplicar a cada uno de ellos de conformidad con lo dispuesto en el artículo V.

c) En ninguno de los casos previstos en los apartados a) y b) del presente párrafo podrá exceder la responsabilidad de un explotador del importe que en lo que le concierne se fije de conformidad con lo dispuesto en el artículo V.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 3 del presente artículo, cuando un accidente nuclear afecte a varias instalaciones nucleares del mismo explotador, éste será responsable en relación con cada una de estas instalaciones hasta el límite que corresponda aplicarle de conformidad con lo dispuesto en el artículo V.

5. Sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Convención, sólo podrá considerarse responsable de los daños nucleares al explotador. No obstante, esta disposición no afectará a la aplicación de ninguno de los acuerdos internacionales de transporte vigentes o abiertos a la firma, ratificación o adhesión en la fecha en que quede abierta a la firma la presente Convención.

6. Ninguna persona será responsable de las pérdidas o daños que no sean daños nucleares de conformidad con lo dispuesto en el apartado k) del párrafo 1 del artículo I pero que hubieran podido ser considerados como daños nucleares de conformidad con lo dispuesto en el inciso ii) del apartado k) de dicho párrafo.

7. Sólo se podrá entablar acción directa contra la persona que dé una garantía financiera de conformidad con lo dispuesto en el artículo VII si así lo dispone la legislación del tribunal competente.

### ARTICULO III

El explotador que sea responsable con arreglo a la presente Convención entregará al transportista un certificado extendido por el asegurador o por la persona que haya dado la garantía financiera con arreglo al artículo VII, o en su nombre. En el certificado se hará constar el nombre y la dirección de dicho explotador, y el importe, tipo y duración de la garantía; estos datos no podrán ser impugnados por la persona que haya extendido el certificado o lo haya hecho extender. El certificado indicará asimismo las sustancias nucleares cubiertas por la garantía y contendrá una declaración de la autoridad pública competente del Estado de la instalación haciendo constar que la persona designada en el certificado es un explotador en el sentido de la presente Convención.

### ARTICULO IV

1. La responsabilidad del explotador por daños nucleares con arreglo a la presente Convención será objetiva.

2. Si el explotador prueba que la persona que sufrió los daños nucleares los produjo o contribuyó a ellos por negligencia grave o por acción u omisión dolosa, el tribunal competente podrá, si así lo dispone su propia legislación, exonerar total o parcialmente al explotador de su obligación de abonar una indemnización por los daños sufridos por dicha persona.

3. a) Con arreglo a la presente Convención no engendrarán responsabilidad alguna para el explotador los daños nucleares causados por un accidente nuclear que se deba directamente a conflicto armado, hostilidades, guerra civil o insurrección.

b) Salvo en la medida en que la legislación del Estado de la instalación disponga lo contrario, el explotador será responsable de los daños nucleares causados por un accidente nuclear que se deba directamente a una catástrofe natural de carácter excepcional.

4. Cuando los daños nucleares y otros daños que no sean nucleares hayan sido originados por un accidente nuclear, o conjuntamente por un accidente nuclear y otra u otras causas diversas, se considerará, a los efectos de la presente Convención, que los daños no nucleares, en la medida en que no puedan diferenciarse con certeza de los daños nucleares, son daños nucleares originados por el accidente nuclear. Sin embargo, cuando los daños nucleares hayan sido causados conjuntamente por un accidente nuclear cubierto por la presente Convención y por una emisión de radiaciones ionizantes que no esté cubierta por ella, ninguna cláusula de la presente Convención limitará ni modificará la responsabilidad que, sea respecto de cualquier persona que haya sufrido los daños nucleares, sea como consecuencia de la interposición de un recurso o de una demanda de repetición, recaiga en las personas a quienes incumba la responsabilidad por esa emisión de radiaciones ionizantes.

5. El explotador no será responsable con arreglo a la presente Convención por los daños nucleares sufridos:

a) por la instalación nuclear propiamente dicha o por los bienes que se encuentren en el recinto de la instalación y que se utilicen o se vayan a utilizar en relación con la misma;

b) por el medio de transporte en el que al producirse el accidente nuclear se hallasen las sustancias nucleares que hayan intervenido en él.

6. Los Estados de la instalación podrán disponer por vía legislativa que no se aplique el apartado b) del párrafo 5 del presente artículo, siempre y cuando la responsabilidad del explotador por los daños nucleares, excluidos los sufridos por el medio de transporte, no se reduzca en ningún caso a una cantidad inferior a 5 millones de dólares de los Estados Unidos por cada accidente nuclear.

7. Ninguna de las disposiciones de la presente Convención afectará:

a) a la responsabilidad de una persona física que por acto u omisión dolosa haya causado un daño nuclear que de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 3 ó 5 del presente artículo no impone responsabilidad alguna al explotador con arreglo a la presente Convención;

b) a la responsabilidad que con arreglo a disposiciones distintas de las de la presente Convención recaiga en el explotador por daños nucleares respecto de los cuales de conformidad con lo dispuesto en el apartado b) del párrafo 5 del presente artículo, no es responsable con arreglo a la presente Convención.

## ARTICULO V

1. El Estado de la instalación podrá limitar el importe de la responsabilidad del explotador a una suma no inferior a 5 millones de dólares de los Estados Unidos por cada accidente nuclear.

2. El importe máximo de la responsabilidad que se haya fijado de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo no incluirá los intereses devengados ni los gastos y costas fijados por el tribunal en las demandas de resarcimiento de daños nucleares.

3. El dólar de los Estados Unidos a que se hace mención en la presente Convención es una unidad de cuenta equivalente al valor oro del dólar de los Estados Unidos en 29 de abril de 1963, que era de 35 dólares por onza troy de oro fino.

4. La suma indicada en el párrafo 6 del artículo IV y en el párrafo 1 del presente artículo podrá redondearse al convertirla en moneda nacional.

## ARTICULO VI

1. El derecho a reclamar una indemnización en virtud de la presente Convención se extinguirá si no se entabla la correspondiente acción dentro del plazo de diez años a contar desde la fecha en que se produjo el accidente nuclear. Sin embargo, si según la legislación del Estado de la instalación la responsabilidad del explotador está cubierta por un seguro u otra garantía financiera o con fondos públicos durante un plazo superior a diez años, la legislación del tribunal competente podrá disponer que el derecho a reclamar una indemnización al explotador sólo se extinguirá después de un plazo que podrá ser superior a diez años pero que no excederá del plazo en que su responsabilidad esté cubierta según la legislación del Estado de la instalación. La prórroga del plazo de extinción no perjudicará en ningún caso los derechos a indemnización que, en virtud de la presente Convención correspondan a una persona que antes de haber vencido el plazo de diez años haya entablado acción contra el explotador para reclamar una indemnización por pérdida de vida o lesiones corporales.

2. Cuando los daños nucleares se hayan debido a un accidente nuclear en el que intervengan sustancias nucleares que en el momento de ocurrir el accidente nuclear hubiesen sido objeto de robo, pérdida, echazón o abandono el plazo fijado de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo se contará a partir de la fecha en que ocurrió dicho accidente nuclear, pero en ningún caso podrá ser superior a veinte años a partir de la fecha en que tuvo lugar el robo, la pérdida, la echazón o el abandono.

3. La legislación del tribunal competente podrá fijar otro plazo de extinción o prescripción de ese derecho, que se contará a partir de la fecha en que la víctima de los daños nucleares tuvo o hubiera debido tener conocimiento de dichos daños y del explotador responsable de ellos, y que no podrá ser inferior a tres años ni superior a los plazos fijados de conformidad con lo dispuesto en Los párrafos 1 y 2 del presente artículo.

4. Salvo cuando la legislación del tribunal competente disponga otra cosa, toda persona que alegue haber sufrido daños nucleares y que haya entablado una acción por daños y perjuicios dentro del plazo que corresponda de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo, podrá modificar su demanda para que comprenda cualquier agravación de esos daños aunque haya expirado dicho plazo, siempre que no haya recaldo todavía sentencia definitiva.

5. Si la competencia debe atribuirse de conformidad con lo dispuesto en el apartado b) del párrafo 3 del artículo XI y dentro del plazo aplicable en virtud del presente artículo se ha pedido a una Parte Contratante facultada para atribuir la competencia que así lo haga, pero el tiempo que quedase después de tal atribución fuese de menos de seis meses, el período dentro del cual cabe entablar acción será de seis meses, contados a partir de la fecha de la atribución de a competencia.

## ARTICULO VII

1. El explotador deberá mantener un seguro u otra garantía financiera que cubra su responsabilidad por los daños nucleares. La cuantía, naturaleza y condiciones del seguro o de la garantía serán fijadas por el Estado de la instalación. El Estado de la instalación garantizará el pago de las indemnizaciones por daños nucleares que se reconozca ha de abonar el explotador, aportando para ello las cantidades necesarias en la medida en que el seguro o la garantía financiera no basten para cubrir las indemnizaciones, pero sin rebasar el límite que se haya podido fijar de conformidad con lo dispuesto en el artículo V.

2. Ninguna de las disposiciones del párrafo 1 obliga a las Partes Contratantes ni a ninguna de sus subdivisiones políticas, tales como Estados o Repúblicas, a mantener un seguro u otra garantía financiera para cubrir su responsabilidad como explotadores.

3. Los fondos correspondientes al seguro, a la garantía financiera o a la indemnización del Estado de la instalación que se prevén en el párrafo 1 del presente artículo se destinarán exclusivamente al resarcimiento de los daños cubiertos por la presente Convención.

4. El asegurador o la persona que haya dado una garantía financiera de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo no podrán suspender ni cancelar el seguro o la garantía sin avisar por escrito a la autoridad pública competente con dos meses de antelación por lo menos, o si el seguro o la garantía se refieren al transporte de sustancias nucleares, mientras dure dicho transporte.

## ARTICULO VIII

Sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Convención, la naturaleza, forma e importancia de la indemnización, así como la distribución equitativa de la misma, se regirán por la legislación del tribunal competente.

## ARTICULO IX

1. Cuando los regímenes de seguro sobre enfermedad, seguridad social, accidentes del trabajo y enfermedades profesionales prescriban la indemnización de los daños nucleares, la legislación de la Parte Contratante o la reglamentación de la organización intergubernamental que los haya establecido especificará los derechos de reparación con arreglo a la presente Convención de los beneficiarios de dichos regímenes, así como los recursos contra el explotador responsable que pueden ejercitarse sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Convención.

2. a) Si una persona distinta del explotador y que sea nacional de una Parte Contratante hubiese abonado una indemnización por daños nucleares de conformidad con una convención internacional o con la legislación de un Estado que no sea Parte Contratante, esa persona adquirirá por subrogación los derechos que hubieran correspondido al indemnizado con arreglo a la presente Convención, hasta el límite correspondiente a la cantidad que haya pagado. No podrán beneficiarse de la subrogación las personas contra las que el explotador tenga derecho de repetición con arreglo a la presente Convención.

b) Ninguna de las disposiciones de la presente Convención impedirá que un explotador que haya pagado una indemnización por daños nucleares sin recurrir a los fondos facilitados de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo VII, obtenga de la persona que dé una garantía financiera de conformidad con lo dispuesto en ese párrafo, o del Estado de la instalación, hasta la cuantía de la indemnización que el explotador haya abonado, el reembolso de la suma que la persona indemnizada hubiera obtenido con arreglo a la presente Convención.

## ARTICULO X

El explotador sólo tendrá derecho de repetición:

- a) cuando así se haya estipulado expresamente en un contrato escrito;
- b) cuando el accidente nuclear resulte de un acto u omisión con intención dolosa, en cuyo caso se ejercitará contra la persona que hubiese obrado o dejado de obrar con tal intención.

## ARTICULO XI

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el presente artículo los únicos tribunales competentes para conocer de las acciones entabladas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 11 serán los de la Parte Contratante en cuyo territorio haya tenido lugar el accidente nuclear.

2. Cuando el accidente nuclear haya tenido lugar fuera del territorio de cualquiera de las Partes Contratantes o cuando no sea posible determinar con certeza el lugar del accidente nuclear, los tribunales competentes para conocer de esas acciones serán los del Estado de la instalación del explotador responsable.

3. Cuando de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 1 y 2 del presente artículo, sean competentes los tribunales de dos o más Partes Contratantes la competencia se atribuirá:

- a) si el accidente nuclear ha ocurrido parcialmente fuera del territorio de toda Parte Contratante, y parcialmente en el de una sola Parte Contratante, a los tribunales de esta última;
- b) en todos los demás casos a los tribunales de la Parte Contratante que determinen de común acuerdo las Partes Contratantes cuyos tribunales sean competentes de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 1 y 2 del presente artículo.

## ARTICULO XII

1. La sentencia definitiva dictada por un tribunal al que corresponda la competencia en virtud del artículo XI de la presente Convención será reconocida en el territorio de cualquier otra Parte Contratante a menos que:

- a) la sentencia se haya obtenido mediante fraude;
- b) no se le haya dado a la parte contra la que se dicte la sentencia la posibilidad de presentar su causa en condiciones equitativas;



c) la sentencia sea contraria al orden público de la Parte Contratante en la que se gestione su reconocimiento, o no se ajuste a las normas fundamentales de la justicia.

2. Toda sentencia definitiva que sea reconocida tendrá fuerza ejecutoria, una vez trasladada para su ejecución de conformidad con las formalidades exigidas por la legislación de la Parte Contratante en la que se gestione la ejecución, como si se tratase de una sentencia dictada por un tribunal de esa Parte Contratante.

3. Una vez que se haya dictado la sentencia no podrá revisarse el litigio en cuanto al fondo.

### **ARTICULO XIII**

Las disposiciones de la presente Convención y de la legislación nacional que corresponda aplicar en virtud de ella se ejecutarán sin discriminación de ningún género por razones de nacionalidad, domicilio o residencia.

### **ARTICULO XIV**

No podrán alegarse inmunidades de jurisdicción al amparo de la legislación nacional o del derecho internacional, por acciones entabladas con arreglo a la presente Convención ante los tribunales competentes de conformidad con lo dispuesto en el artículo XI, salvo en lo que respecta a las medidas de ejecución.

### **ARTICULO XV**

Las Partes Contratantes adoptarán las medidas oportunas para que las indemnizaciones pagaderas por daños nucleares, los intereses devengados y las costas que los tribunales adjudiquen al respecto, las primas de seguro y reaseguro, y los fondos correspondientes al seguro, al reaseguro o a las demás garantías financieras, o los fondos facilitados por el Estado de la instalación, de conformidad con lo dispuesto en la presente Convención, puedan transferirse libremente en la moneda de la Parte Contratante en cuyo territorio se produjeron los daños, en la de la Parte Contratante en cuyo territorio se encuentre domiciliado habitualmente el demandante, y, respecto de las primas y pagos correspondientes al seguro y reaseguro, en la moneda que se especifique en la póliza correspondiente.

### **ARTICULO XVI**

Nadie tendrá derecho a obtener una indemnización con arreglo a la presente Convención en la medida en que haya obtenido ya una indemnización por los mismos daños nucleares con arreglo a otra convención internacional sobre responsabilidad civil en materia de energía nuclear.

## **ARTICULO XVII**

La presente Convención no modifica la aplicación de los acuerdos o convenciones internacionales sobre responsabilidad civil en materia de energía nuclear que estén en vigor o abiertos a la firma, a la ratificación o a la adhesión en la fecha en que la presente Convención quede abierta a la firma, por lo que respecta a las Partes Contratantes de esos acuerdos o convenciones.

## **ARTICULO XVIII**

La presente Convención no podrá interpretarse en el sentido de que afecta a los derechos que una Parte Contratante pueda tener con arreglo a las normas generales del derecho internacional público en materia de daños nucleares.

## **ARTICULO XIX**

1. Las Partes Contratantes que concierten un acuerdo de conformidad con lo dispuesto en el apartado b) del párrafo 3 del artículo XI enviarán inmediatamente una copia del texto de tal acuerdo al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica para su conocimiento y para que se lo comuniqué a las demás Partes Contratantes.

2. Las Partes Contratantes pondrán en conocimiento del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica el texto de sus leyes y reglamentos referentes a las cuestiones que constituyen el objeto de la presente Convención para que se lo comuniqué a las demás Partes Contratantes.

## **ARTICULO XX**

Aunque una Parte Contratante haya dado por terminada la aplicación de la presente Convención por lo que a ella respecta de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXV o la haya denunciado de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXVI, sus disposiciones seguirán aplicándose a todos los daños nucleares causados por un accidente nuclear ocurrido antes de la fecha en que la presente Convención deje de aplicarse respecto de esa Parte Contratante.

## **ARTICULO XXI**

La presente Convención se abrirá a la firma de los Estados representados en la Conferencia Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, celebrada en Viena del 29 de abril al 19 de mayo de 1963

## **ARTICULO XXII**

La presente Convención habrá de ser ratificada y los instrumentos de ratificación se depositarán en poder del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica.

## **ARTICULO XXIII**

La presente Convención entrará en vigor tres meses después de la fecha en que se haya depositado el quinto instrumento de ratificación, y para los Estados que la ratifiquen después de haber entrado en vigor, tres meses después de que el Estado de que se trate haya depositado su instrumento de ratificación.

## **ARTICULO XXIV**

1. Todos los Estados que sean Miembros de las Naciones Unidas, de cualquiera de los organismos especializados o del Organismo Internacional de Energía Atómica y que no hayan estado representados en la Conferencia Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, celebrada en Viena del 29 de abril al 19 de mayo de 1963, podrán adherirse a la presente Convención.

2. Los instrumentos de adhesión se depositarán en poder del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica.

3. Para cada uno de los Estados que se adhieran a ella, la presente Convención entrará en vigor tres meses después de la fecha en que haya depositado el instrumento de adhesión, siempre que haya entrado ya en vigor de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXIII.

## **ARTICULO XXV**

1. La presente Convención surtirá efecto durante un plazo de diez años a partir de la fecha de su entrada en vigor. Una Parte Contratante podrá dar por terminada la aplicación de la presente Convención al final del plazo de diez años por lo que a dicha Parte se refiere, notificándolo por lo menos con doce meses de antelación al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica.

2. Después de dicho plazo de diez años, la vigencia de la presente Convención se extenderá por un nuevo plazo de cinco años para aquellas Partes Contratantes que no hayan dado por terminada su aplicación de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo, y, posteriormente, por plazos sucesivos de cinco años para aquellas Partes Contratantes que no hayan dado por terminada su aplicación al final de uno de esos plazos de cinco años notificándolo al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica por lo menos doce meses antes de que expire el plazo correspondiente.

## **ARTICULO XXVI**

1. En cualquier momento después de haber expirado un plazo de cinco años a partir de la fecha en que la presente Convención haya entrado en vigor, el Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica podrá convocar una conferencia para estudiar su revisión si un tercio de las Partes Contratantes manifestase el deseo de hacerlo.

2. Cada una de las Partes Contratantes podrá denunciar la presente Convención notificándolo al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica dentro de un plazo de doce meses a partir de la primera conferencia de revisión que se celebre de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo.

3. La denuncia surtirá efecto un año después de la fecha en que el Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica haya recibido la correspondiente notificación.

## **ARTICULO XXVII**

El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica notificará a los Estados invitados a la Conferencia Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares celebrada en Viena del 29 de abril al 19 de mayo de 1963, así como a los Estados que se hayan adherido a la presente Convención:

a) las firmas así como los instrumentos de ratificación o de adhesión que se hayan recibido de conformidad con lo dispuesto en los artículos XXI, XXII y XXIV;

b) la fecha en que entrará en vigor, la presente Convención de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXIII;

c) las notificaciones de denuncia y de terminación que se hayan recibido de conformidad con lo dispuesto en los artículos XXV y XXVI;

d) las peticiones para convocar una conferencia de revisión que se hayan recibido de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXVI.

## **ARTICULO XXVIII**

El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica inscribirá en el Registro la presente Convención de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

## ARTICULO XXIX

El original de la presente Convención cuyos textos en español, francés, inglés y ruso son igualmente auténticos quedará despositado en poder del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica, quien facilitará copias certificadas del mismo

EN FE DE LO CUAL los Plenipotenciarios abajo firmantes, debidamente autorizados para ello, han firmado la presente Convención.

HECHO EN VIENA, a los veintiún días del mes de mayo de mil novecientos sesenta y tres.

Certifico que ésta es una copia fiel del texto auténtico en español de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, hecha en Viena, Austria, el 21 de mayo de 1963 y depositada en poder del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Viena, 6 de noviembre de 1987.- El Director, Mohamed ElBaradei.- Rúbrica.- División Jurídica por el DIRECTOR GENERAL.-

La presente es copia fiel y completa en español de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, 1963, adoptada en la ciudad de Viena, Austria, el día veintiuno del mes de mayo del año de mil novecientos sesenta y tres.

Extiendo la presente, en veintiún páginas útiles, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veinticinco días del mes de mayo del año de mil novecientos ochenta y nueve, a fin de incorporarla al Decreto de Promulgación respectivo. Rúbrica.

## **PROTOCOLO DE ENMIENDA DE LA CONVENCION DE VIENA SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES**

LOS ESTADOS PARTES EN EL PRESENTE PROTOCOLO,

CONSIDERANDO la conveniencia de enmendar la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Danos Nucleares de 21 de mayo de 1963 con el fin de ampliar el ámbito de aplicación, aumentar el importe de la responsabilidad del explotador de una instalación nuclear y mejorar los medios para garantizar una indemnización adecuada y equitativa,

HAN ACORDADO lo siguiente:

### **ARTICULO 1**

La Convención enmendada por las disposiciones del presente Protocolo es la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 21 de mayo de 1963, en adelante denominada la "Convención de Viena de 1963".

### **ARTICULO 2**

El artículo l de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la manera siguiente:

1. El apartado j) del párrafo l enmiéndase de forma que rece así:
  - a) Al final del inciso iii) la coma se reemplaza por un punto y coma.
  - b) Añádese un inciso iv) del siguiente tenor:
    - iv) las demás instalaciones en las que haya combustible nuclear o productos o desechos radiactivos según cada cierto tiempo determine la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica,
2. El apartado k) del párrafo 1 reemplazase por el texto siguiente:

k) Por "daños nucleares" se entenderá:

i) la pérdida de vidas humanas o las lesiones corporales, ii) los daños o perjuicios materiales, y cada uno de los daños que se indican a continuación en la medida determinada por la legislación del tribunal competente:

iii) la pérdida económica derivada de la pérdida o los daños a que se hace referencia en los apartados i) y ii), en la medida en que no esté incluida en esos apartados, si la sufre una persona con derecho a entablar una demanda con respecto a dicha pérdida o daños,

iv) el costo de las medidas para rehabilitar el medio ambiente deteriorado, a menos que el deterioro sea insignificante, siempre que esas medidas realmente se hayan adoptado o hayan de adoptarse, y en la medida en que no esté incluido en el apartado ii),

v) el lucro cesante derivado del interés económico en algún uso o goce del medio ambiente que se produzca como resultado de un deterioro significativo del medio ambiente, y en la medida en que no esté incluido en el apartado ii),

vi) los costos de las medidas preventivas y otros daños y perjuicios causados por esas medidas;

vii) cualquier otra pérdida económica que no sea una pérdida causada por el deterioro del medio ambiente, si ello estuviese autorizado por la legislación general sobre responsabilidad civil del tribunal competente, en el caso de los apartados i) a iv) y vii) supra, en la medida en que los daños y perjuicios se produzcan como resultado de la radiación ionizante emitida por cualquier fuente de radiación dentro de una instalación nuclear, o emitida por combustible nuclear o productos o desechos radiactivos que se encuentren en una instalación nuclear, o de los materiales nucleares que procedan de ella, se originen en ella o se envíen a ella, sea que se deriven de las propiedades de esa materia, o de la combinación de propiedades radiactivas con propiedades tóxicas, explosivas u otras propiedades peligrosas de esa materia.

3. El apartado 1) del párrafo 1 reemplázase por el siguiente texto:

1) Por "incidente nuclear" se entenderá cualquier hecho o sucesión de hechos que tengan el mismo origen y hayan causado daños nucleares o que, solamente con respecto a las medidas preventivas, hayan creado una amenaza grave e inminente de causar tales daños.

4. Después del apartado l) del párrafo 1 añádanse cuatro apartados nuevos, m), n), o) y p), que rezan así:

m) Por "medidas de rehabilitación" se entenderá cualquier medida razonable que haya sido aprobada por las autoridades competentes del Estado donde se hayan adoptado las medidas y que tengan por objeto rehabilitar o restaurar componentes del medio ambiente dañados o destruidos o introducir en el medio ambiente, cuando ello sea razonable, el equivalente de esos componentes. La legislación del Estado en que se hayan sufrido los daños determinará a quién ha de corresponder la facultad de adoptar dichas medidas.

n) Por "medidas preventivas" se entenderá cualquier medida razonable adoptada por cualquier persona después de ocurrido un incidente nuclear a fin de prevenir o minimizar los daños a que se hace referencia en los apartados i) a v) o vii) del párrafo k), lo que estará sujeto a la aprobación de las autoridades competentes exigida por la ley del Estado donde se hayan adoptado las medidas.

o) Por "medidas razonables" se entenderá las medidas que, en virtud de la legislación del tribunal competente, sojuzgue que sean apropiadas y proporcionadas, habida cuenta de las circunstancias, como por ejemplo:

i) la naturaleza y magnitud de los daños sufridos o, en el caso de medidas preventivas, la naturaleza y magnitud del riesgo de que se produzcan tales daños;

ii) en qué medida, en el momento en que sean adoptadas, existe la posibilidad de que dichas medidas sean eficaces,

iii) los conocimientos científicos y técnicos pertinentes.

p) Por "derecho especial de giro", en adelante denominado DEG, se entenderá la unidad de cuenta definida por el Fondo Monetario Internacional y utilizada por éste para sus propias operaciones y transacciones.

El párrafo 2 se reemplaza por el texto siguiente:

2. El Estado de la instalación podrá excluir del ámbito de la presente Convención cualquier instalación nuclear o cantidad pequeña de materiales nucleares siempre que lo permita la reducida importancia de los peligros inherentes a tal decisión y siempre que:

a) en lo que se refiere a instalaciones nucleares, la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica haya determinado los criterios para esa exclusión y que dicha exclusión por parte de un Estado de la instalación se ajuste a tales criterios;

b) en lo que se refiere a cantidades pequeñas de materiales nucleares, los límites máximos para la exclusión de tales cantidades hayan sido determinados por la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica y que dicha exclusión por parte de un Estado de la instalación no exceda de los referidos límites

Los criterios para la exclusión de instalaciones nucleares y los límites máximos para la exclusión de cantidades pequeñas de materiales nucleares serán revisados periódicamente por la Junta de Gobernadores.

### ARTICULO 3

A continuación del artículo I de la Convención de Viena de 1963 añádense los siguientes dos artículos I A y I B nuevos:

#### ARTICULO I A

1. La presente Convención se aplicara a los daños nucleares independientemente del lugar donde se hayan sufrido.



2. La legislación del Estado de la instalación podrá, no obstante, excluir de la aplicación de la presente Convención los daños sufridos:

a) en el territorio de un Estado no Contratante;

b) en cualesquiera zonas marítimas establecidas por un Estado no Contratante de acuerdo con el derecho internacional del mar.

3. Una exclusión con arreglo al párrafo 2 del presente artículo solo podrá aplicarse con respecto a un Estado no Contratante que en el momento del incidente:

(a) posea una instalación nuclear en su territorio o en cualesquiera zonas marítimas que haya establecido de acuerdo con el derecho internacional del mar,

(b) no conceda beneficios recíprocos equivalentes.

4.- Las exclusiones con arreglo al párrafo 2 del presente artículo no afectarán a los derechos a que se hace referencia en el apartado a) del párrafo 2 del artículo IX y las exclusiones con arreglo al apartado b) del párrafo 2 del presente artículo no se extenderán a los daños a bordo o a un navío o aeronave.

## **ARTICULO I B**

La presente Convención no se aplicará a las instalaciones nucleares utilizadas con fines no pacíficos.

## **ARTICULO 4**

El artículo II de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la manera siguiente:

1. Al final del apartado a) del párrafo 3 añádese el siguiente texto:

El Estado de la instalación podrá limitar la cuantía de los fondos públicos aportados por cada incidente a la diferencia, si la hubiere, entre las cuantías estipuladas en el presente artículo y la cuantía determinada de conformidad con el párrafo 1 del artículo V.

2. Al final del párrafo 4 añádese el texto siguiente:

El Estado de la instalación podrá limitar la cuantía de los fondos públicos aportados con arreglo al apartado a) del párrafo 3 del presente artículo.

3. El párrafo 6 se reemplaza por el siguiente texto:

6. Ninguna persona será responsable de las pérdidas o daños que no sean daños nucleares de conformidad con lo dispuesto en el apartado k) del párrafo 1 del artículo I pero que hubieran podido ser determinados como daños nucleares de conformidad con las disposiciones de dicho párrafo.

## ARTICULO 5

A continuación de la primera oración del artículo III de la Convención de Viena de 1963 añádese el texto siguiente:

Sin embargo, el Estado de la instalación podrá eliminar esta obligación con relación al transporte que se realice íntegramente dentro de su propio territorio.

## ARTICULO 6

El artículo IV de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la siguiente manera:

1. El párrafo 3 se sustituye por el texto siguiente:

3. Con arreglo a la presente Convención no engendrarán responsabilidad alguna para el explotador los daños nucleares que, según él demuestre, se deban directamente a conflicto armado, hostilidades, guerra civil o insurrección.

2. El párrafo 5 se reemplaza por el texto siguiente:

5. El explotador no será responsable con arreglo a la presente Convención por los daños nucleares causados:

a) a la instalación nuclear propiamente dicha y a cualquier otra instalación nuclear, incluida una instalación nuclear en construcción, en el emplazamiento en que esa instalación esté situada;

b) a los bienes situados en el mismo emplazamiento que se utilicen o se vayan a utilizar en relación con cualquiera de dichas instalaciones

3. El párrafo 6 se reemplaza por el texto siguiente:

6. La indemnización por daños causados al medio de transporte en el que al producirse el incidente nuclear se hallasen los materiales nucleares que hubiesen intervenido en él no tendrá por efecto reducir la responsabilidad del explotador respecto de otros daños a una cuantía inferior a 150 millones de DEG, o cualquier cuantía superior establecida por la legislación de una Parte Contratante o una cuantía determinada con arreglo al apartado c) del párrafo 1 del artículo V.

4. El párrafo 7 se reemplaza por el siguiente texto:

6. Ninguna de las disposiciones de la presente Convención afectará a la responsabilidad de una persona física que por acto u omisión dolosa haya causado un daño nuclear que de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 3 o 5 del presente artículo no impone responsabilidad alguna al explotador con arreglo a la presente Convención.

## ARTICULO 7

1. El texto del artículo V de la Convención de Viena de 1963 se reemplaza por el siguiente:

1. El Estado de la instalación podrá limitar la responsabilidad del explotador por cada incidente nuclear a:

a) no menos de 300 millones de DEG,

b) no menos de 150 millones de DEG siempre que por encima de ese importe y hasta 300 millones de DEG, como mínimo, dicho Estado aporte fondos públicos para indemnizar los daños nucleares,

c) por un máximo de 15 años a contar de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, hasta un importe transitorio de no menos de 100 millones de DEG con respecto a un incidente nuclear ocurrido en ese período. Podrá estipularse un importe inferior a 100 millones de DEG, a condición de que el Estado haya de aportar fondos públicos para indemnizar los daños nucleares entre ese importe inferior y 100 millones de DEG.

2. Sin perjuicio del párrafo 1 del presente artículo, el Estado de la instalación, teniendo en cuenta la índole de la instalación nuclear o de las sustancias nucleares de que se trate y las posibles consecuencias de un incidente originado en ellas, podrá estipular un importe menor de la responsabilidad del explotador, siempre que el importe así estipulado en ningún caso sea inferior a 5 millones de DEG y siempre que el Estado de la instalación garantice la aportación de fondos públicos hasta el importe determinado con arreglo al párrafo 1.

3. Los importes estipulados por el Estado de la instalación del explotador responsable de conformidad con los párrafos 1 y 2 del presente artículo y el párrafo 6 del artículo IV se aplicarán independientemente del lugar en que haya ocurrido el incidente nuclear.

2. A continuación del artículo V, añádense los siguientes artículos VA, VB, VC y VD nuevos:

#### **ARTICULO V A**

1. Los intereses y costas concedidos por un tribunal en virtud de una acción de indemnización de daños nucleares se pagarán además de las cantidades a que se hace referencia en el artículo V.
2. Las cantidades mencionadas en el artículo V y en el párrafo 6 del artículo IV podrán redondearse al convenirlas en moneda nacional.

#### **ARTICULO V B**

Cada Parte Contratante velará por que las personas víctimas de daños puedan invocar sus derechos de indemnización sin tener que iniciar distintos Juicios según el origen de los fondos apenados para dicha indemnización.

#### **ARTICULO V C**

1. Si fuesen competentes los tribunales de una Parte Contratante distinta del Estado de la instalación, los fondos públicos requeridos de conformidad con los apartados b) y c) del párrafo 1 del artículo V y con el párrafo 1 del artículo VII, así como los intereses y costas concedidos por un tribunal, podrán ser aportados por la Parte Contratante mencionada en primer lugar. El Estado de la instalación reembolsará a la otra Parte Contratante todas las sumas que haya pagado por ese concepto. Estas dos Partes Contratantes convendrán el procedimiento de reembolso.
2. Si fuesen competentes los tribunales de una Parte Contratante distinta del Estado de la instalación, la Parte Contratante cuyos tribunales sean competentes tomará todas las medidas necesarias para permitir al Estado de la instalación intervenir en los juicios y participar en cualquier solución relativa a la indemnización.

#### **ARTICULO V D**

1. El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica convocara una reunión de las Partes Contratantes a fin de modificar el importe máximo de la responsabilidad a que se refiere el artículo V cuando un tercio de las Partes Contratantes exprese tal deseo.

Las modificaciones se aprobarán por una mayoría de dos tercios de las Partes Contratantes presentes y votantes, siempre que por lo menos la mitad de las Partes Contratantes esté presente en el momento de la votación.

3. Al actuar con respecto a una propuesta de modificación de los impones máximos, la reunión de las Partes Contratantes tendrá en cuenta, entre otras cosas, el riesgo de daños derivados de un incidente nuclear, los cambios de los valores monetarios y la capacidad del mercado de seguros.

4. a) Toda enmienda aprobada de acuerdo al párrafo 2 del presente artículo será notificada por el Director General del OIEA a todas las Partes Contratantes para su aceptación. La enmienda se tendrá por aceptada al termino de un plazo de 18 meses contado a partir de su notificación, siempre que un tercio, por lo menos, de las Partes Contratantes en el momento en que la reunión haya aprobado la enmienda hubiesen comunicado al Director General del OIEA su aceptación de dicha enmienda. Una enmienda aceptada de acuerdo con este párrafo entrará en vigor a los 12 meses de su aceptación para las Partes Contratantes que la hayan aceptado.

b) Si transcurrido un plazo de 18 meses a partir de la fecha en que haya sido notificada con miras a su aceptación, una enmienda no hubiese sido aceptada de acuerdo con el apartado a), se la considerará rechazada.

5. Para cada Parte Contratante que acepte una enmienda después de que haya sido aceptada pero todavía no haya entrado en vigor o después de su entrada en vigor de acuerdo con el párrafo 4 del presente artículo, la enmienda entrará en vigor a los 12 meses de su aceptación por esa Parte Contratante.

6. Un Estado que pase a ser parte en la presente Convención después de que una enmienda haya entrado en vigor de acuerdo con el párrafo b del presente artículo y a menos que ese Estado exprese otro propósito:

a) será considerado Parte en la presente Convención en su forma enmendada,

b) será considerado Parte en la Convención no enmendada en relación con cualquier Estado Parte que no esté obligado por la enmienda.

## ARTICULO 8

El artículo VI de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la manera siguiente:

1. El párrafo 1 reemplázase por el texto siguiente:

a) El derecho a reclamar una indemnización en virtud de la presente Convención se extinguirá si no se entablare la correspondiente acción:

i) con respecto a la pérdida de vidas o lesiones corporales, dentro de un plazo de treinta años contado a partir de la fecha del incidente nuclear;

ii) con respecto a cualquier otro daño, dentro de un plazo de diez años contado a partir de la fecha del incidente nuclear.

a) Sin embargo, si según la legislación del Estado de la instalación, la responsabilidad del explotador estuviera cubierta durante un plazo mayor por un seguro u otra garantía financiera que incluya fondos públicos, la legislación del tribunal competente podrá disponer que el derecho a reclamar una indemnización al explotador solo se extinguirá después de ese plazo mayor, que no podrá exceder del plazo en que la responsabilidad del explotador este cubierta según la legislación del Estado de la instalación.

b) Las acciones de indemnización con respecto a la pérdida de vidas o lesiones corporales o, en virtud de una ampliación del plazo efectuada de acuerdo con el apartado b) del presente párrafo, con respecto a otros daños que se entablen después de transcurrido el plazo de diez años contado a partir de la fecha del incidente nuclear no afectarán en caso alguno a los derechos de indemnización, estipulados por la presente Convención, de las personas que hayan entablado una acción en contra del explotador antes de la expiración de ese plazo.

2. Suprímese el párrafo 2.

3. El párrafo 3 reemplázase por el siguiente texto:

3. El derecho a reclamar una indemnización en virtud de la presente Convención estará sujeto a prescripción o extinción, de conformidad con la legislación del tribunal competente, si no se entablare una acción dentro de tres años a contar desde la fecha en que la persona víctima de los daños haya tenido conocimiento o debería razonablemente haber tenido conocimiento de los daños y de la identidad del explotador responsable de los daños, siempre que no hayan vencido los plazos establecidos de conformidad con los apartados a) y b) del párrafo 1 del presente artículo.

## ARTICULO 9

El artículo VII se enmienda de la manera siguiente:

1. Al final del párrafo 1 añádanse las dos oraciones siguientes y el párrafo enmendado pasa a ser apartado a) de dicho párrafo;

Quando la responsabilidad del explotador sea ilimitada, el Estado de la instalación podrá estipular un importe máximo de la garantía financiera del explotador responsable, siempre que ese importe no sea inferior a 300 millones de DEG. El Estado de la instalación garantizará el pago correspondiente a las demandas de indemnización de daños nucleares que se hayan entablado contra el explotador en la medida en que el producto de la garantía financiera sea insuficiente para satisfacer dichas demandas, pero sin rebasar el importe de la garantía financiera que haya de darse de conformidad con este párrafo.

2. Al párrafo 1 agrégase el siguiente apartado b) nuevo:

b) Sin perjuicio del apartado a) del presente párrafo cuando la responsabilidad del explotador sea ilimitada, el Estado de la instalación, habida cuenta de la naturaleza de la instalación nuclear o de las sustancias nucleares presentes y de las posibles consecuencias de un incidente allí originado, podrá estipular un importe inferior para la garantía financiera del explotador, siempre que en ningún caso el importe así estipulado sea inferior a 5 millones de DEG y a condición de que el Estado de la instalación garantice el pago de las demandas de indemnización de daños nucleares que se hayan entablado contra el explotador mediante el suministro de los fondos necesarios en la medida en que el producto del seguro u otra garantía financiera sea insuficiente para satisfacer dichas demandas, y hasta el límite establecido en virtud del apartado a) del presente párrafo.

3. En el párrafo 3 intercálanse las palabras "o" en los apartados b) y c) del párrafo 1 del artículo V después de las palabras "del presente artículo".

## **ARTICULO 10**

El artículo VIII de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la manera siguiente:

1. El texto del artículo VIII pasa a ser el párrafo 1 de dicho artículo.
2. Añádese un párrafo 2 nuevo del siguiente tenor:
  2. Sin perjuicio de la aplicación de la regla del apartado c) del párrafo 1 del artículo VI, en los casos en que respecto de las demandas entabladas contra el explotador los daños que hayan de indemnizarse con arreglo a la presente Convención rebasen, o sea probable que rebasen, el importe máximo aportado de conformidad con el párrafo 1 del artículo V. en la distribución de la indemnización se dará prioridad a las demandas relativas a la pérdida de vidas o lesiones corporales.

## **ARTICULO 11**

Al final del artículo X de la Convención de Viena de 1963 añádese una nueva oración:

El derecho de repetición estipulado en este artículo podrá ampliarse también en beneficio del Estado de la instalación en la medida en que haya aportado fondos públicos de conformidad con la presente Convención.

## **ARTICULO 12**

El artículo XI de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la manera siguiente:

1. Añádese un párrafo 1 bis nuevo del siguiente tenor:

lbis. Cuando un incidente nuclear ocurriere dentro del área de la zona económica exclusiva de una Parte Contratante o, si dicha zona no ha sido establecida, en un área que no exceda de los límites de una zona económica exclusiva, si dicha Parte la hubiese establecido, la competencia en lo que se refiere a las acciones relativas a daños nucleares provenientes de dicho incidente nuclear, para los fines de la presente Convención, solo recaerá en los tribunales de esa Parte. La oración anterior se aplicará si dicha Parte Contratante ha notificado al depositario sobre dicha área antes del incidente nuclear. Nada de lo dispuesto en el presente párrafo se interpretará como que permite el ejercicio de competencia de una manera que sea contraria al derecho internacional del mar, incluida la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

2. Sustitúyase el párrafo 2 por el texto siguiente:

2. Cuando un incidente nuclear no ocurre dentro del territorio de una Parte Contratante, o dentro de un área notificada de conformidad con el párrafo 1 bis, o cuando el lugar del incidente nuclear no pueda determinarse con certeza la competencia en lo que se refiere a esas acciones recaerá en los tribunales del Estado de la instalación del explotador responsable.

3. En el párrafo 3, primera línea, y en el apartado b), después de "1" intercálase "1lbis".

4. Añádese el siguiente párrafo 4 nuevo:

4. La Parte Contratante cuyos tribunales sean competentes garantizará que la competencia para conocer de un incidente nuclear determinado recaiga únicamente en uno solo de sus tribunales.

## ARTICULO 13

A continuación del artículo XI añádese un artículo XI A nuevo del tenor siguiente: ARTICULO XI A

La Parte Contratante cuyos tribunales sean competentes garantizará que en relación con las acciones de indemnización de daños nucleares:

- a) cualquier Estado pueda entablar una acción en representación de personas que hayan sufrido daños nucleares, que sean nacionales de ese Estado o tengan domicilio o residencia en su territorio, y que hayan dado su consentimiento para ello,
- b) cualquier persona pueda entablar una acción para hacer valer derechos emanados de la presente Convención que haya adquirido por subrogación o traspaso.

## ARTICULO 14

El texto del artículo XII de la Convención de Viena de 1963 se reemplaza por el texto siguiente:



## ARTICULO XII

i. La sentencia dictada por un tribunal de una Parte Contratante al que corresponda la competencia y respecto de la cual no proceda ya ninguna forma ordinaria de revisión será reconocida a menos que:

- a) la sentencia se haya obtenido mediante fraude;
- b) no se le haya dado a la parte contra la que se dicte la sentencia la posibilidad de presentar su caso en condiciones equitativas;
- c) la sentencia sea contraria al orden público de la Parte Contratante en la que se gestione su reconocimiento o no se ajuste a las normas fundamentales de la justicia.

2. Toda sentencia definitiva que sea reconocida de conformidad con el párrafo 1 del presente artículo tendrá fuerza ejecutoria, una vez trasladada para su ejecución en conformidad con las formalidades exigidas por la legislación de la Parte Contratante en la que se gestione la ejecución, como si se tratase de una sentencia dictada por un tribunal de esa Parte Contratante. Los méritos de una demanda con respecto a la cual se haya pronunciado la sentencia no podrán ser objeto de nuevo proceso.

## ARTICULO 15

El artículo XIII de la Convención de Viena de 1963 se enmienda de la manera siguiente:

1. El texto del artículo XIII pasa a ser párrafo 1 de ese artículo.

2. Añádese el siguiente párrafo 2 nuevo:

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo, en la medida en que la indemnización por daños nucleares exceda de 150 millones de DEG, la legislación del Estado de la instalación podrá excluir de las disposiciones de esta Convención los daños nucleares sufridos en el territorio o en una zona marítima, establecida de conformidad con el derecho internacional del mar, de otro Estado que en el momento del incidente tenga una instalación nuclear en dicho territorio, en la medida en que éste no conceda beneficios recíprocos de un importe equivalente.

## ARTICULO 16

El artículo XVIII de la Convención de Viena de 1963 se reemplaza por el texto siguiente:

La presente Convención no afectará a los derechos y obligaciones que tenga una Parte Contratante con arreglo a las normas generales del derecho internacional público.

## ARTICULO 17

A continuación del artículo XX de la Convención de Viena de 1963 añádese el siguiente artículo XX A nuevo:

### ARTICULO XX A

1. En caso de una controversia entre Partes Contratantes con respecto a la interpretación o aplicación de la presente Convención, las partes de la controversia se consultarán con miras a su solución mediante negociaciones o cualquier otro medio pacífico para resolver controversias que estimen aceptable.

2. En caso de que una controversia de la naturaleza a que hace referencia el párrafo 1 del presente artículo no pudiese resolverse dentro de seis meses contados desde la petición de la celebración de consultas formuladas conforme al párrafo 1 del presente artículo, a petición de cualquiera de las partes de esa controversia se la someterá a arbitraje o se la remitirá a la Corte Internacional de Justicia para que decida. Una vez sometida una controversia a arbitraje, si dentro de seis meses contados a partir de la fecha de la petición las partes de la controversia no lograsen ponerse de acuerdo sobre la organización del arbitraje, cualquiera de ellas podrá pedir al Presidente de la Corte Internacional de Justicia o al Secretario General de las Naciones Unidas la designación de uno o más árbitros. En caso de conflicto entre las peticiones de las partes de la controversia, tendrá prioridad la petición dirigida al Secretario General de las Naciones Unidas.

3. Al ratificar, aceptar o aprobar la presente Convención o al adherirse a ella, todo Estado podrá declarar que no se considera obligado por uno cualquiera o por ninguno de los dos procedimientos

estipulados para la solución de controversias en el párrafo 2 del presente artículo. Las demás Partes Contratantes no estarán obligadas por un procedimiento de solución de controversias estipulado en el párrafo 2 del presente artículo con relación a una Parte Contratante respecto de la cual esté en vigor tal declaración.

Toda Parte Contratante que haya formulado una declaración con arreglo al párrafo 3 del presente artículo podrá retirarla en cualquier momento mediante notificación al Depositario

## ARTICULO 18

1. Suprímense los artículos XX a XXV, los párrafos 2, 3 y el número de párrafo "1" del artículo XXVI, y los artículos XXVII y XXIX de la Convención de Viena de 1963.

2. Entre las Partes en el presente Protocolo, la Convención de Viena de 1963 y el presente Protocolo se entenderán e interpretarán en conjunto como un solo instrumento que podrá ser denominado la Convención de Viena de 1997 sobre Responsabilidad Civil por Danos Nucleares.

## ARTICULO 19

1. Un Estado que sea parte en el presente Protocolo pero no lo sea en la Convención de Viena de 1963 estará obligado por las disposiciones de esa Convención enmendada por el presente Protocolo en relación con otros Estados Partes en la misma y, de no haber expresado ese Estado una intención diferente en el momento de depositar uno de los instrumentos a que hace referencia el artículo 20, estará obligado por las disposiciones de la Convención de Viena de 1963 en relación con los Estados que sean únicamente partes en la misma.
2. Las disposiciones del presente Protocolo no afectarán a las obligaciones de un Estado que sea parte en la Convención de Viena de 1963 y en el presente Protocolo con respecto a un Estado que sea parte en la Convención de Viena de 1963 pero no lo sea en el presente Protocolo.

## ARTICULO 20

1. El presente Protocolo se abrirá a la firma de todos los Estados en la Sede del Organismo Internacional de Energía Atómica, en Viena, del 29 de septiembre de 1997 hasta su entrada en vigor.
2. El presente Protocolo está sujeto a la ratificación, aceptación o aprobación de los Estados que lo hayan firmado.
3. Cualquier Estado que no haya firmado el presente Protocolo podrá adherirse a él después de su entrada en vigor.
4. Los instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión se depositarán en poder del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica, quien será el Depositario del presente Protocolo.

## ARTICULO 21

1. El presente Protocolo entrará en vigor tres meses después de la fecha en que se haya depositado el quinto instrumento de ratificación, aceptación o aprobación.
2. Para cada uno de los Estados que ratifiquen, acepten o aprueben el presente Protocolo o se adhieran al mismo después de la fecha de depósito del quinto instrumento de ratificación, aceptación o aprobación, el presente Protocolo entrará en vigor tres meses después de la fecha en que dicho Estado haya depositado el correspondiente instrumento.

## ARTICULO 22

1. Cada una de las Partes Contratantes podrá denunciar el presente Protocolo mediante notificación escrita al Depositario.
2. La denuncia surtirá efecto un año después de la fecha en que el Depositario haya recibido la notificación.
3. Entre las Partes en el presente Protocolo, la denuncia por cualquiera de ellas de la Convención de Viena de 1963 con arreglo a su artículo XXVI no se interpretará en modo alguno como una denuncia de la Convención de Viena de 1963 enmendada por el presente Protocolo
4. Sin perjuicio de la denuncia del presente Protocolo por una Parte Contratante en virtud del presente artículo, las disposiciones del presente Protocolo seguirán aplicándose a todos los daños nucleares causados por un incidente nuclear que ocurra antes de que haya surtido efecto dicha denuncia.

## ARTICULO 23

El Depositario notificará con prontitud a los Estados Partes y a todos los demás Estados:

- a) cada firma del presente Protocolo;
  - b) cada depósito de un instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión,
  - c) la entrada en vigor del presente Protocolo;
  - d) cualquier notificación recibida de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 bis del artículo XI, las peticiones para convocar una conferencia de revisión que se hayan recibido de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXVI de la Convención de Viena de 1963 y una reunión de las Partes Contratantes de conformidad con lo dispuesto en el artículo V D de la Convención de Viena de 1963 enmendada por el presente Protocolo; alguno como una denuncia de la Convención de Viena de 1963 enmendada por el presente Protocolo.
- 4.- Sin perjuicio de la denuncia del presente Protocolo por una Parte Contratante en virtud del presente artículo, las disposiciones del presente Protocolo seguirán aplicándose a todos los daños nucleares causados por un incidente nuclear que ocurra antes de que haya surtido efecto dicha denuncia.

## ARTICULO 23

El Depositario notificará con prontitud a los Estados Partes y a todos los demás Estados:

- a) cada firma del presente Protocolo;
- b) cada depósito de un instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión,
- c) la entrada en vigor del presente Protocolo;
- d) cualquier notificación recibida de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 bis del artículo XI;

las peticiones para convocar una conferencia de revisión que se hayan recibido de conformidad con lo dispuesto en el artículo XXVI de la Convención de Viena de 1963 y una reunión de las Partes Contratantes de conformidad con lo dispuesto en el artículo V D de la Convención de Viena de 1963 enmendada por el presente Protocolo,

f) las notificaciones de denuncias que se hayan recibido de conformidad con lo dispuesto en el artículo 22 y otras notificaciones pertinentes relativas al presente Protocolo.

## ARTICULO 24 .

1. El original del presente Protocolo, cuyos textos en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso son igualmente auténticos, quedará depositado en poder del Depositario.
2. El Organismo Internacional de Energía Atómica establecerá el texto unificado de la Convención de Viena de 1963 enmendada por el presente Protocolo en los idiomas árabe, chino, español, francés, inglés y ruso según lo dispuesto en el Anexo del presente Protocolo.
3. El Depositario entregará a todos los Estados copias auténticas certificadas del presente Protocolo juntamente con el texto unificado de la Convención de Viena de 1963 enmendada por el presente Protocolo.

EN FE DE LO CUAL los abajo firmantes, debidamente autorizados para ello, han firmado el presente Protocolo.

Hecho en Viena, a los doce días de septiembre de mil novecientos noventa y siete.

## **CONVENCIÓN DE VIENA DE 1997 SOBRE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES**

(Texto unificado de la Convención de Viena de 21 de mayo de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, enmendada por el Protocolo de 12 de septiembre de 1997)

LAS PARTES CONTRATANTES,

HABIENDO RECONOCIDO la conveniencia de fijar normas mínimas que ofrezcan una protección financiera contra los daños derivados de determinadas aplicaciones pacíficas de la energía nuclear,

CONVENCIDAS de que una convención sobre responsabilidad civil por daños nucleares contribuirá también a instaurar relaciones amistosas entre las naciones, independientemente de sus diferentes regímenes constitucionales y sociales,

HAN DECIDIDO concertar a tal efecto una convención y, en consecuencia, han acordado lo que sigue:

ARTÍCULO 1. A los efectos de la presente Convención:

- a) Por "persona" se entenderá toda persona física, toda persona jurídica de derecho público o de derecho privado, toda entidad pública o privada aunque no tenga personalidad jurídica, toda organización internacional que tenga personalidad jurídica con arreglo a la legislación del Estado de la instalación y todo Estado o cualesquiera de sus subdivisiones políticas.
- b) La expresión "nacional de una Parte Contratante" comprenderá la Parte Contratante o cualquiera de las subdivisiones políticas de su territorio, toda persona jurídica de derecho público o de derecho privado y toda entidad pública o privada establecida en el territorio de una Parte Contratante, aunque no tenga personalidad jurídica.
- c) Por "explotador" de una instalación nuclear se entenderá la persona designada o reconocida por el Estado de la instalación como explotador de dicha instalación

---

La Secretaría del Organismo Internacional de Energía Atómica ha establecido el presente texto unificado de la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, enmendada por el Protocolo de 1997 de la misma, según se requiere en dicho Protocolo.

El texto unificado no tiene en sí mismo cláusulas finales. Un Estado que desee adherirse a la Convención de Viena de 1963 enmendada por el Protocolo de 1997 puede hacerlo adhiriéndose al Protocolo de 1997 de conformidad con sus cláusulas.

Las referencias al Protocolo 1 en el presente texto unificado significan el 'Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares' de 1997.

d) Por "Estado de la instalación" respecto de una instalación nuclear, se entenderá la Parte Contratante en cuyo territorio esté la instalación nuclear o bien, si la instalación nuclear no está en el territorio de ningún Estado, la Parte Contratante que explote la instalación nuclear o haya autorizado su explotación.

e) Por "legislación del tribunal competente" se entenderá la legislación del tribunal que sea competente con arreglo a la presente Convención, incluidas las normas de dicha legislación que regulen los conflictos de leyes.

f) Por "combustibles nucleares" se entenderá los materiales que puedan producir energía mediante un proceso automantenido de fisión nuclear.

g) Por "productos o desechos radiactivos" se entenderá los materiales radiactivos producidos durante el proceso de producción o utilización de combustibles nucleares o cuya radiactividad se haya originado por la exposición a las radiaciones inherentes a dicho proceso, salvo los radioisótopos que hayan alcanzado la etapa final de su elaboración y puedan ya utilizarse con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales.

h) Por "materiales nucleares" se entenderá:

i) los combustibles nucleares, salvo el uranio natural y el uranio empobrecido, que por si solos o en combinación con otros materiales puedan producir energía mediante un proceso automantenido de fisión nuclear fuera de un reactor nuclear;

ii) los productos o desechos radiactivos.

i) Por "reactor nuclear" se entenderá cualquier estructura que contenga combustibles nucleares dispuestos de tal modo que dentro de ella pueda tener lugar un proceso automantenido de fisión nuclear sin necesidad de una fuente adicional de neutrones.

j) Por "instalación nuclear" se entenderá:

i) los reactores nucleares, salvo los que se utilicen como fuente de energía en un medio de transporte aéreo o marítimo, tanto para su propulsión como para otros fines;

ii) las fábricas que utilicen combustibles nucleares para producir sustancias nucleares, y las fábricas en que se proceda al tratamiento de materiales nucleares, incluidas las instalaciones de regeneración de combustibles nucleares irradiados;

iii) las instalaciones de almacenamiento de materiales nucleares, excepto los lugares en que dichos materiales se almacenen incidentalmente durante su transporte; y

iv) las demás instalaciones en las que haya combustible nuclear o productos o desechos radiactivos según cada cierto tiempo determine la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica; en la inteligencia de que el Estado de la instalación podrá determinar que se considere como una sola instalación nuclear a varias instalaciones nucleares de un solo explotador que estén ubicadas en un mismo lugar.

k) Por "daños nucleares" se entenderá:

- i) la pérdida de vidas humanas o las lesiones corporales;
- ii) los daños o perjuicios materiales; y cada uno de los daños que se indican a continuación en la medida determinada por la legislación del tribunal competente:
- iii) la pérdida económica derivada de la pérdida o los daños a que se hace referencia en los apartados i) y ii), en la medida en que no esté incluida en esos apartados, si la sufre una persona con derecho a entablar una demanda con respecto a dicha pérdida o daños;
- iv) el costo de las medidas para rehabilitar el medio ambiente deteriorado, a menos que el deterioro sea insignificante, siempre que esas medidas realmente se hayan adoptado o hayan de adoptarse, y en la medida en que no esté incluido en el apartado ii);
- v) el lucro cesante derivado del interés económico en algún uso o goce del medio ambiente que se produzca como resultado de un deterioro significativo del medio ambiente, y en la medida en que no esté incluido en el apartado ii);
- vi) los costos de las medidas preventivas y otros daños y perjuicios causados por esas medidas;
- vii) cualquier otra pérdida económica que no sea una pérdida causada por el deterioro del medio ambiente, si ello estuviese autorizado por la legislación general sobre responsabilidad civil del tribunal competente.

En el caso de los apartados i) a iv) y vii) supra, en la medida en que los daños y perjuicios se produzcan como resultado de la radiación ionizante emitida por cualquier fuente de radiación dentro de una instalación nuclear, o emitida por combustible nuclear o productos o desechos radiactivos que se encuentren en una instalación nuclear, o de los materiales nucleares que procedan de ella, se originen en ella o se envíen a ella, sea que se deriven de las propiedades de esa materia, o de la combinación de propiedades radiactivas con propiedades tóxicas, explosivas u otras propiedades peligrosas de esa materia.

1) Por "incidente nuclear" se entenderá cualquier hecho o sucesión de hechos que tengan el mismo origen y hayan causado daños nucleares o que, solamente con respecto a las medidas preventivas, hayan creado una amenaza grave e inminente de causar tales daños.

m) Por "medidas de rehabilitación" se entenderá cualquier medida razonable que haya sido aprobada por las autoridades competentes del Estado donde se hayan adoptado las medidas y que tengan por objeto rehabilitar o restaurar componentes del medio ambiente dañados o destruidos o introducir en el medio ambiente, cuando ello sea razonable, el equivalente de esos componentes. La legislación del Estado en que se hayan sufrido los daños determinará a quién ha de corresponder la facultad de adoptar dichas medidas.

n) Por "medidas preventivas" se entenderá cualquier medida razonable adoptada por cualquier persona después de ocurrido un incidente nuclear a fin de prevenir o minimizar los daños a que se hace referencia en los apartados i) a v) o vii) del párrafo k), lo que estará sujeto a la aprobación de las autoridades competentes exigida por la ley del Estado donde se hayan adoptado las medidas.

o) Por "medidas razonables" se entenderá las medidas que, en virtud de la legislación del tribunal competente, se juzgue que sean apropiadas y proporcionadas, habida cuenta de las circunstancias, como por ejemplo:

i) la naturaleza y magnitud de los daños sufridos o, en el caso de medidas preventivas, la naturaleza y magnitud del riesgo de que se produzcan tales daños;



ii) en qué medida, en el momento en que sean adoptadas, existe la posibilidad de que dichas medidas sean eficaces;

iii) los conocimientos científicos y técnicos pertinentes.

p) Por "derecho especial de giro", en adelante denominado DEG, se entenderá la unidad de cuenta definida por el Fondo Monetario Internacional y utilizada por éste para sus propias operaciones y transacciones.

2. El Estado de la instalación podrá excluir del ámbito de la presente Convención cualquier instalación nuclear o cantidad pequeña de materiales nucleares siempre que lo permita la reducida importancia de los peligros inherentes a tal decisión y siempre que;

a) en lo que se refiere a instalaciones nucleares, la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica haya determinado los criterios para esa exclusión y que dicha exclusión por parte de un Estado de la instalación se ajuste a tales criterios, y

b) en lo que se refiere a cantidades pequeñas de materiales nucleares, los límites máximos para la exclusión de tales cantidades hayan sido determinados por la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica y que dicha exclusión por parte de un Estado de la instalación no exceda de los referidos límites.

Los criterios para la exclusión de instalaciones nucleares y los límites máximos para la exclusión de cantidades pequeñas de materiales nucleares serán revisados periódicamente por la Junta de Gobernadores.

#### *ARTICULO I A*

1. La presente Convención se aplicará a los daños nucleares independientemente del lugar donde se hayan sufrido.

2. La legislación del Estado de la instalación podrá, no obstante, excluir de la aplicación de la presente Convención los daños sufridos:

a) en el territorio de un Estado no Contratante;

b) en cualesquiera zonas marítimas establecidas por un Estado no Contratante de acuerdo con el derecho internacional del mar.

3. Una exclusión con arreglo al párrafo 2 del presente artículo solo podrá aplicarse con respecto a un Estado no Contratante que en el momento del incidente:

a) posea una instalación nuclear en su territorio o en cualesquiera zonas marítimas que haya establecido de acuerdo con el derecho internacional del mar,

b) no conceda beneficios recíprocos equivalentes.

4. Las exclusiones con arreglo al párrafo 2 del presente artículo no afectarán a los derechos a que se hace referencia en el apartado a) del párrafo 2 del artículo IX y las exclusiones con arreglo al apartado b) del párrafo 2 del presente artículo no se extenderán a los daños a bordo o a un navío o aeronave.

#### *ARTICULO I B*

La presente Convención no se aplicará a las instalaciones nucleares utilizadas con fines no pacíficos.

#### **ARTICULO II**

1. El explotador de una instalación nuclear será responsable de los daños nucleares si se prueba que esos daños han sido ocasionados por un accidente nuclear:

a) que ocurra en su instalación nuclear; o

b) en el que intervengan materiales nucleares procedentes de su instalación nuclear o que se originen en ella, cuando el accidente acaezca:

i) antes de que el explotador de otra instalación nuclear haya asumido expresamente por contrato escrito la responsabilidad de los accidentes nucleares en que intervengan las sustancias;

ii) antes de que el explotador de otra instalación nuclear se haya hecho cargo de los materiales nucleares, si la responsabilidad no se ha asumido expresamente por contrato escrito; o

iii) antes de que la persona que esté debidamente autorizada para tener a su cargo un reactor nuclear que se utilice como fuente de energía en un medio de transporte, para su propulsión o para otros fines, se haya hecho cargo de los materiales nucleares si estaban destinados a ser utilizados en ese reactor nuclear; pero

iv) antes de que los materiales nucleares hayan sido descargados del medio de transporte en que hayan llegado al territorio de un Estado que no sea Parte Contratante, cuando esos materiales hayan sido enviados a una persona que se encuentre en el territorio de ese Estado;

c) en el que intervengan sustancias nucleares enviadas a su instalación nuclear, cuando el accidente acaezca:

i) después de que el explotador haya asumido expresamente por contrato escrito la responsabilidad de los accidentes nucleares en que intervengan los materiales nucleares, que recaen en el explotador de otra instalación nuclear;

ii) después de que el explotador se haya hecho cargo de los materiales nucleares, si la responsabilidad no se ha asumido expresamente por contrato escrito; o

iii) después de que se haya hecho cargo de esos materiales nucleares la persona que tenga a su cargo un reactor nuclear que se utilice como fuente de energía en un medio de transporte, para su propulsión o para otros fines; pero

iv) después de que los materiales nucleares hayan sido cargados en el medio de transporte en que han de ser expedidos desde el territorio de un Estado que no sea Parte Contratante, cuando esos materiales hayan sido enviados con el consentimiento escrito del explotador por una persona que se encuentre en el territorio de dicho Estado,

quedando entendido que, si los daños nucleares han sido causados por un accidente nuclear que ocurra en una instalación nuclear y en el que intervengan materiales nucleares almacenados incidentalmente en ella con ocasión del transporte de dichos materiales, las disposiciones del apartado a) del presente párrafo no se aplicarán cuando otro explotador u otra persona sea exclusivamente responsable en virtud de lo dispuesto en los apartados b) o c) del presente párrafo.

2. El Estado de la instalación podrá disponer por vía legislativa que, con las condiciones que estipule su legislación nacional, un transportista de materiales nucleares o una persona que manipule desechos radiactivos puedan ser considerados o reconocidos como explotadores en relación, respectivamente, con los materiales nucleares o con los desechos radiactivos y en sustitución del explotador interesado, si ese transportista o esa persona lo pide y el explotador consiente. En tal caso, ese transportista o esa persona serán considerados a todos los efectos de la presente Convención como explotadores de una instalación nuclear en el territorio de dicho Estado.

3. a) Cuando la responsabilidad por daños nucleares recaiga en más de un explotador, esos explotadores, en la medida en que no se pueda determinar con certeza qué parte de los daños ha de atribuirse a cada uno de ellos, serán mancomunada y solidariamente responsables. El Estado de la instalación podrá limitar la cuantía de los fondos públicos aportados por cada incidente a la diferencia, si la hubiere, entre las cuantías estipuladas en el presente artículo y la cuantía de terminada de conformidad con el párrafo 1 del artículo V.

b) Cuando la responsabilidad recaiga sobre más de un explotador como consecuencia de un accidente nuclear que ocurra durante el transporte de materiales nucleares, sea en un mismo medio de transporte, sea en una misma instalación nuclear, la responsabilidad global no rebasará el límite más alto que corresponda aplicar a cada uno de ellos de conformidad con lo dispuesto en el artículo V.

c) En ninguno de los casos previstos en los apartados a) y b) del presente párrafo podrá exceder la responsabilidad de un explotador del importe que en lo que le concierne se fije de conformidad con lo dispuesto en el artículo V.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 3 del presente artículo, cuando un accidente nuclear afecte a varias instalaciones nucleares del mismo explotador, éste será responsable en relación con cada una de estas instalaciones hasta el límite que corresponda aplicarle de conformidad con lo dispuesto en el artículo V. El Estado de la instalación podrá limitar la cuantía de los fondos públicos aportados con arreglo al apartado a) del párrafo 3 del presente artículo.

5. Sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Convención, solo podrá considerarse responsable de los daños nucleares al explotador. No obstante, esta disposición no afectará a la aplicación de ninguno de los acuerdos internacionales de transporte vigentes o abiertos a la firma, ratificación o adhesión en la fecha en que quede abierta a la firma la presente Convención.

6. Ninguna persona será responsable de las pérdidas o daños que no sean daños nucleares de conformidad con lo dispuesto en el apartado k) del párrafo 1 del artículo I pero que hubieran podido ser determinados como daños nucleares de conformidad con las disposiciones de dicho párrafo.

7. Solo se podrá entablar acción directa contra la persona que dé una garantía financiera de conformidad con lo dispuesto en el artículo VII si así lo dispone la legislación del tribunal competente.

### ARTICULO III

El explotador que sea responsable con arreglo a la presente Convención entregara al transportista un certificado extendido por el asegurador o por la persona que haya dado la garantía financiera con arreglo al artículo VII, o en su nombre. Sin embargo, el Estado de la instalación podrá eliminar esta obligación con relación al transporte que se realice íntegramente dentro de su propio territorio. En el certificado se hará constar el nombre y la dirección de dicho explotador, y el importe, tipo y duración de la garantía; estos datos no podrán ser impugnados por la persona que haya extendido el certificado o lo haya hecho extender. El certificado indicará asimismo los materiales nucleares cubiertos por la garantía y contendrá una declaración de la autoridad pública competente del Estado de la instalación haciendo constar que la persona designada en el certificado es un explotador en el sentido de la presente Convención.

### ARTICULO IV

1. La responsabilidad del explotador por daños nucleares con arreglo a la presente Convención será objetiva.
2. Si el explotador prueba que la persona que sufrió los daños nucleares los produjo o contribuyó a ellos por negligencia grave o por acción u omisión dolosa, el tribunal competente podrá, si así lo dispone su propia legislación, exonerar total o parcialmente al explotador de su obligación de abonar una indemnización por los daños sufridos por dicha persona.
3. Con arreglo a la presente Convención no engendrarán responsabilidad alguna para el explotador los daños nucleares que, según él demuestre, se deban directamente a conflicto armado, hostilidades, guerra civil o insurrección.
4. Cuando los daños nucleares y otros daños que no sean nucleares hayan sido originados por un accidente nuclear, o conjuntamente por un accidente nuclear y otra u otras causas diversas, se considerará, a los efectos de la presente Convención, que los daños no nucleares, en la medida en que no puedan diferenciarse con certeza de los daños nucleares, son daños nucleares originados por el accidente nuclear. Sin embargo, cuando los daños nucleares hayan sido causados conjuntamente por un accidente nuclear cubierto por la presente Convención y por una emisión de radiaciones ionizantes que no esté cubierta por ella, ninguna cláusula de la presente Convención limitará ni modificará la responsabilidad que, sea respecto de cualquier persona que haya sufrido los daños nucleares, sea como consecuencia de la interposición de un recurso o de una demanda de repetición, recaiga en las personas a quienes incumba la responsabilidad por esa emisión de radiaciones ionizantes.
5. El explotador no será responsable con arreglo a la presente Convención por los daños nucleares causados:
  - a) a la instalación nuclear proplamente dicha y a cualquier otra instalación nuclear, incluida una instalación nuclear en construcción, en el emplazamiento en que esa instalación esté situada; ni
  - b) a los bienes situados en el mismo emplazamiento que se utilicen o se vayan a utilizar en relación con cualquiera de dichas instalaciones.

6. La indemnización por daños causados al medio de transporte en el que al producirse el incidente nuclear se hallasen los materiales nucleares que hubiesen intervenido en él no tendrá por efecto reducir la responsabilidad del explotador respecto de otros daños a una cuantía inferior a 150 millones de DEG, o cualquier cuantía superior establecida por la legislación de una Parte Contratante o una cuantía determinada con arreglo al apartado c) del párrafo 1 del artículo V.

7. Ninguna de las disposiciones de la presente Convención afectará a la responsabilidad de una persona física que por acto u omisión dolosa haya causado un daño nuclear que de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 3 o 5 del presente artículo no impone responsabilidad alguna al explotador con arreglo a la presente Convención.

#### **ARTICULO V**

1. El Estado de la instalación podrá limitar la responsabilidad del explotador por cada incidente nuclear a:

a) no menos de 300 millones de DEG;

b) no menos de 150 millones de DEG siempre que por encima de ese importe y hasta 300 millones de DEG, como mínimo, dicho Estado aporte fondos públicos para indemnizar los daños nucleares;

c) por un máximo de 15 años a contar de la fecha de entrada en vigor del presente Protocolo, hasta un importe transitorio de no menos de 100 millones de DEG con respecto a un incidente nuclear ocurrido en ese período. Podrá estipularse un importe inferior a 100 millones de DEG, a condición de que el Estado haya de aportar fondos públicos para indemnizar los daños nucleares entre ese importe inferior y 100 millones de DEG.

2. Sin perjuicio del párrafo 1 del presente artículo, el Estado de la instalación, teniendo en cuenta la índole de la instalación nuclear o de las sustancias nucleares de que se trate y las posibles consecuencias de un incidente originado en ellas, podrá estipular un importe menor de la responsabilidad del explotador, siempre que el importe así estipulado en ningún caso sea inferior a 5 millones de DEG y siempre que el Estado de la instalación garantice la aportación de fondos públicos hasta el importe determinado con arreglo al párrafo 1.

3. Los importes estipulados por el Estado de la instalación del explotador responsable de conformidad con los párrafos 1 y 2 del presente artículo y el párrafo 6 del artículo IV se aplicarán independientemente del lugar en que haya ocurrido el incidente nuclear.

#### **ARTICULO V A**

1. Los intereses y costas concedidos por un tribunal en virtud de una acción de indemnización de daños nucleares se pagarán además de las cantidades a que se hace referencia en el artículo V.

2. Las cantidades mencionadas en el artículo V y en el párrafo 6 del artículo IV podrán redondearse al convertirlas en moneda nacional.

#### *ARTICULO V B*

Cada Parte Contratante velará por que las personas víctimas de daños puedan invocar sus derechos de indemnización sin tener que iniciar distintos juicios según el origen de los fondos aportados para dicha indemnización.

#### *ARTICULO V C*

1. Si fuesen competentes los tribunales de una Parte Contratante distinta del Estado de la instalación, los fondos públicos requeridos de conformidad con los apartados b) y c) del párrafo 1 del artículo V y con el párrafo 1 del artículo VII, así como los intereses y costas concedidos por un tribunal, podrán ser aportados por la Parte Contratante mencionada en primer lugar. El Estado de la instalación reembolsará a la otra Parte Contratante todas las sumas que haya pagado por ese concepto. Estas dos Partes Contratantes convendrán el procedimiento de reembolso.

2. Si fuesen competentes los tribunales de una Parte Contratante distinta del Estado de la instalación, la Parte Contratante cuyos tribunales sean competentes tomará todas las medidas necesarias para permitir al Estado de la instalación intervenir en los juicios y participar en cualquier solución relativa a la indemnización.

#### *ARTICULO V D*

1. El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica convocará a una reunión de las Partes Contratantes a fin de modificar el importe máximo de la responsabilidad a que se refiere el artículo V cuando un tercio de las Partes Contratantes exprese tal deseo.

2. Las modificaciones se aprobarán por una mayoría de dos tercios de las Partes Contratantes presentes y votantes, siempre que por lo menos la mitad de las Partes Contratantes esté presente en el momento de la votación.

3. Al actuar con respecto a una propuesta de modificación de los importes máximos, la reunión de las Partes Contratantes tendrá en cuenta, entre otras cosas, el riesgo de daños derivados de un incidente nuclear, los cambios de los valores monetarios y la capacidad del mercado de seguros.

4. a) Toda enmienda aprobada de acuerdo con el párrafo 2 del presente artículo será notificada por el Director General del OIEA a todas las Partes Contratantes para su aceptación. La enmienda se tendrá por aceptada al término de un plazo de 18 meses contado a partir de su notificación, siempre que un tercio, por lo menos, de las Partes Contratantes en el momento en que la reunión haya aprobado la enmienda hubiesen comunicado al Director General del OIEA su aceptación de dicha enmienda. Una enmienda aceptada de acuerdo con este párrafo entrará en vigor a los 12 meses de su aceptación para las Partes Contratantes que la hayan aceptado.

b) Si transcurrido un plazo de 18 meses a partir de la fecha en que haya sido notificada con miras a su aceptación, una enmienda no hubiese sido aceptada de acuerdo con el apartado a), se la considerará rechazada.

5. Para cada Parte Contratante que acepte una enmienda después de que haya sido aceptada pero todavía no haya entrado en vigor o después de su entrada en vigor de acuerdo con el párrafo 4 del presente artículo, la enmienda entrará en vigor a los 12 meses de su aceptación por esa Parte Contratante.

6. Un Estado que pase a ser parte en la presente Convención después de que una enmienda haya entrado en vigor de acuerdo con el párrafo 4 del presente artículo y a menos que ese Estado exprese otro propósito:

- a) será considerado Parte en la presente Convención en su forma enmendada;
- b) será considerado Parte en la Convención no enmendada en relación con cualquier Estado Parte que no esté obligado por la enmienda.

## ARTICULO VI

1. a) El derecho a reclamar una indemnización en virtud de la presente Convención se extinguirá si no se entablare la correspondiente acción:

i) con respecto a la pérdida de vidas o lesiones corporales, dentro de un plazo de treinta años contado a partir de la fecha del incidente nuclear; ii) con respecto a cualquier otro daño, dentro de un plazo de diez años contado a partir de la fecha del incidente nuclear.

b) Sin embargo, si según la legislación del Estado de la instalación, la responsabilidad del explotador estuviera cubierta durante un plazo mayor por un seguro u otra garantía financiera que incluya fondos públicos, la legislación del tribunal competente podrá disponer que el derecho a reclamar una indemnización al explotador solo se extinguirá después de ese plazo mayor, que no podrá exceder del plazo en que la responsabilidad del explotador esté cubierta según la legislación del Estado de la instalación.

c) Las acciones de indemnización con respecto a la pérdida de vidas o lesiones corporales o, en virtud de una ampliación del plazo efectuada de acuerdo con el apartado b) del presente párrafo, con respecto a otros daños que se entablen después de transcurrido el plazo de diez años contado a partir de la fecha del incidente nuclear no afectarán en caso alguno a los derechos de indemnización, estipulados por la presente Convención, de las personas que hayan entablado una acción en contra del explotador antes de la expiración de ese plazo.

## 2. SUPRIMIDO

3. El derecho a reclamar una indemnización en virtud de la presente Convención estará sujeto a prescripción o extinción, de conformidad con la legislación del tribunal competente, si no se entablare una acción dentro de tres años a contar desde la fecha en que la persona víctima de los daños haya tenido conocimiento o debería razonablemente haber tenido conocimiento de los daños y de la identidad del explotador responsable de los daños, siempre que no hayan vencido los plazos establecidos de conformidad con los apartados a) y b) del párrafo 1 del presente artículo.

4. Salvo cuando la legislación del tribunal competente disponga otra cosa, toda persona que alegue haber sufrido daños nucleares y que haya entablado una acción por daños y perjuicios dentro del plazo que corresponda de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo, podrá modificar su demanda para que comprenda cualquier agravación de esos daños, aunque haya expirado dicho plazo, siempre que no haya recaído todavía sentencia definitiva.

5. Si la competencia debe atribuirse de conformidad con lo dispuesto en el apartado b) del párrafo 3 del artículo XI y dentro del plazo aplicable en virtud del presente artículo se ha pedido a una Parte Contratante facultada para atribuir la competencia que así lo haga, pero el tiempo que quedase después de tal atribución fuese de menos de seis meses, el período dentro del cual cabe entablar acción será de seis meses, contados a partir de la fecha de la atribución de la competencia.

## ARTICULO VII

1. a) El explotador deberá mantener un seguro u otra garantía financiera que cubra su responsabilidad por los daños nucleares. La cuantía, naturaleza y condiciones del seguro o de la garantía serán fijadas por el Estado de la instalación. El Estado de la instalación garantizará el pago de las indemnizaciones por daños nucleares que se reconozca ha de abonar el explotador, aportando para ello las cantidades necesarias en la medida en que el seguro o la garantía financiera no basten para cubrir las indemnizaciones, pero sin rebasar el límite que se haya podido fijar de conformidad con lo dispuesto en el artículo V. Cuando la responsabilidad del explotador sea ilimitada, el Estado de la instalación podrá estipular un importe máximo de la garantía financiera del explotador responsable, siempre que ese importe no sea inferior a 300 millones de DEG. El Estado de la instalación garantizará el pago correspondiente a las demandas de indemnización de daños nucleares que se hayan entablado contra el explotador en la medida en que el producto de la garantía financiera sea insuficiente para satisfacer dichas demandas, pero sin rebasar el importe de la garantía financiera que haya de darse de conformidad con este párrafo.

b) Sin perjuicio del apartado a) del presente párrafo cuando la responsabilidad del explotador sea ilimitada, el Estado de la instalación, habida cuenta de la naturaleza de la instalación nuclear o de las sustancias nucleares presentes y de las posibles consecuencias de un incidente allí originado, podrá estipular un importe inferior para la garantía financiera del explotador, siempre que en ningún caso el importe así estipulado sea inferior a 5 millones de DEG y a condición de que el Estado de la instalación garantice el pago de las demandas de indemnización de daños nucleares que se hayan entablado contra el explotador mediante el suministro de los fondos necesarios en la medida en que el producto del seguro u otra garantía financiera sea insuficiente para satisfacer dichas demandas, y hasta el límite establecido en virtud del apartado a) del presente párrafo.

2. Ninguna de las disposiciones del párrafo 1 obliga a las Partes Contratantes ni a ninguna de sus subdivisiones políticas, tales como Estados o Repúblicas, a mantener un seguro u otra garantía financiera para cubrir su responsabilidad como explotadores.

3. Los fondos correspondientes al seguro, a la garantía financiera o a la indemnización del Estado de la instalación que se prevén en el párrafo 1 del presente artículo o en los párrafos b) y c) del párrafo 1 del artículo V se destinarán exclusivamente al resarcimiento de los daños cubiertos por la presente Convención.

4. El asegurador o la persona que haya dado una garantía financiera de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo no podrá suspender ni cancelar el seguro o la garantía sin avisar por escrito a la autoridad pública competente con dos meses de antelación por lo menos, o si el seguro o la garantía se refieren al transporte de sustancias nucleares, mientras dure dicho transporte.



## ARTICULO VIII

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Convención, la naturaleza, forma e importancia de la indemnización, así como la distribución equitativa de la misma, se regirán por la legislación del tribunal competente.

2. Sin perjuicio de la aplicación de la regla del apartado c) del párrafo 1 del artículo VI, en los casos en que respecto de las demandas entabladas contra el explotador los daños que hayan de indemnizarse con arreglo a la presente Convención rebasen, o sea probable que rebasen, el importe máximo aportado de conformidad con el párrafo 1 del artículo V, en la distribución de la indemnización se dará prioridad a las demandas relativas a la pérdida de vidas o lesiones corporales.

## ARTICULO IX

1. Cuando los regímenes de seguro sobre enfermedad, seguridad social, accidentes del trabajo enfermedades profesionales prescriban la indemnización de los daños nucleares, la legislación de la Parte Contratante o la reglamentación de la organización intergubernamental que los haya establecido especificará los derechos de reparación con arreglo a la presente Convención de los beneficiarios de dichos regímenes, así como los recursos contra el explotador responsable que pueden ejercitarse sin perjuicio de lo dispuesto en la presente Convención.

2. a) Si una persona distinta del explotador y que sea nacional de una Parte Contratante hubiese abonado una indemnización por daños nucleares de conformidad con una convención internacional o con la legislación de un Estado que no sea Parte Contratante, esa persona adquirirá por subrogación los derechos que hubieran correspondido al indemnizado con arreglo a la presente Convención, hasta el límite correspondiente a la cantidad que haya pagado. No podrán beneficiarse de la subrogación las personas contra las que el explotador tenga derecho de repetición con arreglo a la presente Convención.

b) Ninguna de las disposiciones de la presente Convención impedirá que un explotador que haya pagado una indemnización por daños nucleares sin recurrir a los fondos facilitados de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1 del artículo VII, obtenga de la persona que dé una garantía financiera de conformidad con lo dispuesto en ese párrafo, o del Estado de la instalación, hasta la cuantía de la indemnización que el explotador haya abonado, el reembolso de la suma que la persona indemnizada hubiera obtenido con arreglo a la presente Convención.

## ARTICULO X

El explotador solo tendrá derecho de repetición:

- a) cuando así se haya estipulado expresamente en un contrato escrito,
- b) cuando el accidente nuclear resulte de un acto u omisión con intención dolosa, en cuyo caso se ejercerá contra la persona que hubiese obrado o dejado de obrar con tal intención.

El derecho de repetición estipulado en este artículo podrá ampliarse también en beneficio del Estado de la instalación en la medida en que haya aportado fondos públicos de conformidad con la presente Convención.

## ARTICULO XI

1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el presente artículo, los únicos tribunales competentes para conocer de las acciones entabladas de conformidad con lo dispuesto en el artículo II serán los de la Parte Contratante en cuyo territorio haya tenido lugar el accidente nuclear.

Ibis. Cuando un incidente nuclear ocurriere dentro del área de la zona económica exclusiva de una Parte Contratante o, si dicha zona no ha sido establecida, en un área que no exceda de los límites de una zona económica exclusiva, si dicha Parte la hubiese establecido, la competencia en lo que se refiere a las acciones relativas a daños nucleares provenientes de dicho incidente nuclear, para los fines de la presente Convención, solo recaerá en los tribunales de esa Parte. La oración anterior se aplicará si dicha Parte Contratante ha notificado al depositario sobre dicha área antes del incidente nuclear. Nada de lo dispuesto en el presente párrafo se interpretará como que permite el ejercicio de competencia de una manera que sea contraria al derecho internacional del mar, incluida la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar

2. Cuando un incidente nuclear no ocurre dentro del territorio de una Parte Contratante, o dentro de un área notificada de conformidad con el párrafo 1 bis, o cuando el lugar del incidente nuclear no pueda determinarse con certeza, la competencia en lo que se refiere a esas acciones recaerá en los tribunales del Estado de la instalación del explotador responsable.

3. Cuando, de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 1, Ibis o 2 del presente artículo, sean competentes los tribunales de dos o más Partes Contratantes, la competencia se atribuirá:

- a) si el accidente nuclear ha ocurrido parcialmente fuera del territorio de toda Parte Contratante, y parcialmente en el de una sola Parte Contratante, a los tribunales de esta última;

- b) en todos los demás casos, a los tribunales de la Parte Contratante que determinen de común acuerdo las Partes Contratantes cuyos tribunales sean competentes de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 1, Ibis o 2 del presente artículo.

#### **ARTICULO XI A**

La Parte Contratante cuyos tribunales sean competentes garantizará que en relación con las acciones de indemnización de daños nucleares:

- a) cualquier Estado pueda entablar una acción en representación de personas que hayan sufrido daños nucleares, que sean nacionales de ese Estado o tengan domicilio o residencia en su territorio, y que hayan dado su consentimiento para ello,
- b) cualquier persona pueda entablar una acción para hacer valer derechos emanados de la presente Convención que haya adquirido por subrogación o traspaso.

#### **ARTICULO XII**

1. La sentencia dictada por un tribunal de una Parte Contratante al que corresponda la competencia y respecto de la cual no proceda ya ninguna forma ordinaria de revisión será reconocida a menos que:

- a) la sentencia se haya obtenido mediante fraude,
- b) no se le haya dado a la parte contra la que se dicte la sentencia la posibilidad de presentar su caso en condiciones equitativas;
- d) la sentencia sea contraria al orden público de la Parte Contratante en la que se gestione su reconocimiento o no se ajuste a las normas fundamentales de la justicia.

2. Toda sentencia definitiva que sea reconocida de conformidad con el párrafo 1 del presente artículo tendrá fuerza ejecutoria, una vez trasladada para su ejecución en conformidad con las formalidades exigidas por la legislación de la Parte Contratante en la que se gestione la ejecución, como si se tratase de una sentencia dictada por un tribunal de esa Parte Contratante. Los méritos de una demanda con respecto a la cual se haya pronunciado la sentencia no podrán ser objeto de nuevo proceso.

#### **ARTICULO XIII**

1. Las disposiciones de la presente Convención y de la legislación nacional que corresponda aplicar en virtud de ella se ejecutarán sin discriminación de ningún género por razones de nacionalidad, domicilio o residencia.

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 1 del presente artículo, en la medida en que la indemnización por daños nucleares exceda de 150 millones de DEG, la legislación del Estado de la instalación podrá excluir de las disposiciones de esta Convención los daños nucleares sufridos en el territorio o en una zona marítima, establecida de conformidad con el derecho internacional del mar, de otro Estado que en el momento del incidente tenga una instalación nuclear en dicho territorio, en la medida en que éste no conceda beneficios recíprocos de un importe equivalente.

#### **ARTICULO XIV**

No podrán alegarse inmunidades de Jurisdicción al amparo de la legislación nacional o del derecho internacional, por acciones entabladas con arreglo a la presente Convención ante los tribunales competentes de conformidad con lo dispuesto en el artículo XI, salvo en lo que respecta a las medidas de ejecución.

#### **ARTICULO XV**

Las Partes Contratantes adoptarán las medidas oportunas para que las indemnizaciones pagaderas por daños nucleares, los intereses devengados y las costas que los tribunales adjudiquen al respecto, las primas de seguro y reaseguro, y los fondos correspondientes al seguro, al reaseguro o a las demás garantías financieras, o los fondos facilitados por el Estado de la instalación, de conformidad con lo dispuesto en la presente Convención, puedan transferirse libremente en la moneda de la Parte Contratante en cuyo territorio se produjeron los daños, en la de la Parte Contratante en cuyo territorio se encuentre domiciliado habitualmente el demandante, y, respecto de las primas y pagos correspondientes al seguro y reaseguro en la moneda que se especifique en la póliza correspondiente.

#### **ARTICULO XVI**

Nadie tendrá derecho a obtener una indemnización con arreglo a la presente Convención en la medida en que haya obtenido ya una indemnización por los mismos daños nucleares con arreglo a otra convención internacional sobre responsabilidad civil en materia de energía nuclear.

#### **ARTICULO XVII**

La presente Convención no modifica la aplicación de los acuerdos o convenciones internacionales sobre responsabilidad civil en materia de energía nuclear que estén en vigor o abiertos a la firma, a la ratificación o a la adhesión en la fecha en que la presente Convención quede abierta a la firma, por lo que respecta a las Partes Contratantes de esos acuerdos o convenciones.

#### **ARTICULO XVIII**

La presente Convención no afectará a los derechos y obligaciones que tenga una Parte Contratante con arreglo a las normas generales del derecho internacional público.

#### **ARTICULO XIX**

1. Las Partes Contratantes que concierten un acuerdo de conformidad con lo dispuesto en el apartado b) del párrafo 3 del artículo XI enviarán inmediatamente una copia del texto de tal acuerdo al Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica para su conocimiento y para que se lo comunique a las demás Partes Contratantes.

2. Las Partes Contratantes pondrán en conocimiento del Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica el texto de sus leyes y reglamentos referentes a las cuestiones que constituyen el objeto de la presente Convención, para que se lo comunique a las demás Partes Contratantes.

## **ARTICULO XX**

**SUPRIMIDO**

## **ARTICULO XX A**

1. En caso de una controversia entre Partes Contratantes con respecto a la interpretación o aplicación de la presente Convención, las partes de la controversia se consultarán con miras a su solución mediante negociaciones o cualquier otro medio pacifico para resolver controversias que estimen aceptable.
  
2. En caso de que una controversia de la naturaleza a que hace referencia el párrafo 1 del presente artículo no pudiese resolverse dentro de seis meses contados desde la petición de la celebración de consultas formulado conforme al párrafo 1 del presente artículo, a petición de cualquiera de las partes de esa controversia se la someterá a arbitraje o se la remitirá a la Corte Internacional de Justicia para que decida. Una vez sometida una controversia a arbitraje, si dentro de seis meses contados a partir de la fecha de la petición las partes de la controversia no lograsen ponerse de acuerdo sobre la organización del arbitraje, cualquiera de ellas podrá pedir al Presidente de la Corte Internacional de Justicia o al Secretario General de las Naciones Unidas la designación de uno o más árbitros. En caso de conflicto entre las peticiones de las partes de la controversia, tendrá prioridad la petición dirigida al Secretario General de las Naciones Unidas.
  
3. Al ratificar, aceptar o aprobar la presente Convención o al adherirse a ella, todo Estado podrá declarar que no se considera obligado por uno cualquiera o por ninguno de los dos procedimientos estipulados para la solución de controversias en el párrafo 2 del presente artículo. Las demás Partes Contratantes no estarán obligadas por un procedimiento de solución de controversias estipulado en el párrafo 2 del presente artículo con relación a una Parte Contratante respecto de la cual esté en vigor tal declaración.
  
4. Toda Parte Contratante que haya formulado una declaración con arreglo al párrafo 3 del presente artículo podrá retirarla en cualquier momento mediante notificación al Depositario.

## **ARTICULO XXI**

**SUPRIMIDO**

## **ARTICULO XXII**

**SUPRIMIDO**

## **ARTICULO XXIII**

**SUPRIMIDO**

## **ARTICULO XXIV**

**SUPRIMIDO**

#### **ARTICULO XXV**

SUPRIMIDO

#### **ARTICULO XXVI**

En cualquier momento después de haber expirado un plazo de cinco años a partir de la fecha en que la presente Convención haya entrado en vigor, el Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica podrá convocar una conferencia para estudiar su revisión si un tercio de las Partes Contratantes manifestase el deseo de hacerlo.

#### **ARTICULO XXVII**

SUPRIMIDO

#### **ARTICULO XXVIII**

El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica inscribirá en el Registro la presente Convención de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 102 de la Carta de las Naciones Unidas.

#### **ARTICULO XXIX**

SUPRIMIDO

(TRANSCRIPCIÓN DEL DIARIO OFICIAL DEL 31 DE DICIEMBRE DE 1974)

**LEY DE Responsabilidad Civil por Daños Nucleares**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Presidencia de la República.

LUIS ECHEVERRÍA ALVAREZ, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

**DECRETO:**

"El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, decreta: LEY DE

**RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES**

**CAPÍTULO PRIMERO**

**Objeto y  
Definiciones**

ARTÍCULO 1.- La presente ley tiene por objeto regular la responsabilidad civil por daños que puedan causarse por el empleo de reactores nucleares y la utilización de sustancias y combustibles nucleares y desechos de estos.

ARTÍCULO 2.- Las disposiciones de la presente ley son de interés social y de orden público y rigen en toda la República.

ARTÍCULO 3.- Para los efectos de la presente ley se entiende:

- a) Accidente nuclear. El hecho o sucesión de hechos que tengan el mismo origen y hayan causado daños nucleares;
- b).- Combustible nuclear. Las sustancias que puedan producir energía mediante un proceso automantenido de fisión nuclear;
- c).- Daño nuclear. La pérdida de vidas humanas, las lesiones corporales y los daños y perjuicios materiales que se produzcan como resultado directo o indirecto de las propiedades radioactivas o de su combinación con las propiedades tóxicas, explosivas u otras propiedades peligrosas de los combustibles nucleares o de los productos o desechos radioactivos que se encuentren en una instalación nuclear, o de las sustancias nucleares peligrosas que se produzcan en ella, emanen de ella, o sean consignadas a ella;
- d).- Energía atómica. Toda energía, que queda en libertad durante los procedimientos nucleares;
- e).- Operador de una instalación nuclear. La persona designada, reconocida o autorizada por un Estado en cuya jurisdicción se encuentre la instalación nuclear;
- f).- Por instalación nuclear:

Las disposiciones del presente artículo también son aplicables a la remesa de reactores nucleares.

ARTICULO 7.- Podrá el porteador o transportista asumir las responsabilidades que correspondan al operador respecto de sustancias nucleares siempre y cuando satisfaga los requisitos establecidos por la presente ley y su reglamento.

ARTICULO 8.- Cuando la responsabilidad por daños nucleares recaiga en más de un operador, todos serán solidariamente responsables de los mismos.

ARTICULO 9.- La responsabilidad de todos los operadores no excederá del límite máximo fijado en esta ley.

ARTICULO 10.- En toda remesa de sustancias nucleares el operador expedirá un certificado en el que haga constar su nombre, dirección, la clase y cantidad de sustancias nucleares, y el monto de la responsabilidad civil que establece la ley. Además, acompañará al certificado, la declaración de la autoridad competente haciendo constar que reúne las condiciones regales inherentes a su calidad de operador. Asimismo entregará la certificación expedida por el asegurador o la persona que haya concedido la garantía financiera. La persona que haya extendido o haya hecho extender el certificado de remesa no podrá impugnar los datos asentados en el mismo.

Cuando el operador sea una dependencia u organismo oficial, no será necesario que al certificado se acompañen los anexos de que trata el párrafo anterior.

ARTICULO 11.- El operador no tendrá responsabilidad por daños nucleares, cuando los accidentes nucleares sean directamente resultantes de acciones de guerra, invasión, insurrección u otros actos bélicos o catástrofes naturales, que produzcan el accidente nuclear.

ARTICULO 12.- Cuando un daño haya sido causado en todo o en parte por un accidente nuclear y otro u otros sucesos diversos, sin que pueda determinarse con certeza qué parte del daño corresponde a cada una de esas causas, se considera que todo el daño se debe exclusivamente al accidente nuclear.

ARTICULO 13.- Si el operador prueba que la persona que sufrió los daños nucleares los produjo o contribuyó a ellos por negligencia inexcusable o por acción u omisión dolosa; el tribunal competente atendiendo a las circunstancias del caso o de la víctima, exonerará total o parcialmente al operador de la obligación de indemnizarla por los daños sufridos.

### **CAPITULO TERCERO** **Del Límite de la Responsabilidad**

ARTICULO 14.- Se establece como importe máximo de la responsabilidad del operador frente a terceros, por un accidente nuclear, determinado la suma de cien millones de pesos.

Respecto a accidentes nucleares que acaezcan en una determinada instalación nuclear dentro de un periodo de doce meses consecutivos, se establece como límite la suma de ciento noventa y cinco millones de pesos.

La cantidad indicada en el párrafo anterior incluye el importe de la responsabilidad por los accidentes nucleares que se produzcan dentro de dicho periodo cuando en el accidente estén involucradas cualesquiera sustancias nucleares peligrosas o cualquier remesa de sustancias nucleares destinadas a la instalación o procedentes de la misma y de las que el operador sea responsable.



ARTICULO 15.- El transportista o porteador cuando asuma la responsabilidad por accidentes nucleares, deberá garantizar los riesgos de los mismos durante el tránsito, en la misma forma y términos exigidos al operador.

ARTICULO 16.- Cuando los daños nucleares sean efecto de accidentes simultáneos en los que intervengan dos o más remesas de substancias nucleares peligrosas transportadas en el mismo medio de transporte o almacenadas provisionalmente en el mismo lugar con ocasión del transporte la responsabilidad global de las personas solidariamente responsables, no rebasará el límite individual más alto, ni la responsabilidad de cada una de ellas será superior al límite fijado en su propia remesa.

ARTICULO 17.-El importe máximo de la responsabilidad no incluirá los intereses regales ni las costas que establezca el tribunal competente en las sentencias que dicten respecto de daños nucleares.

ARTICULO 18.- El importe de la responsabilidad económica por daños nucleares personales es:

a).- En caso de muerte el importe del salario mínimo general vigente en el Distrito Federal multiplicado por mil;

b).- En caso de incapacidad total el salario indicado en el inciso a) multiplicado por mil quinientos: y,

c).- En caso de incapacidad parcial el salario indicado a) multiplicado por quinientos.

El monto de esta indemnización no podrá exceder del límite máximo establecido en la presente ley y en su caso se aplicará a prorrata.

Los daños de esta índole causados a trabajadores del responsable se indemnizarán en los términos de las leyes laborales aplicables al caso.

#### **CAPITULO CUARTO De la Prescripción**

ARTICULO 19.- El derecho a reclamar la indemnización al operador por daños nucleares, prescribirá en el plazo de diez años contados a partir de la fecha en que se produjo el accidente nuclear.

ARTICULO 20.- Cuando se produzcan daños nucleares por combustibles nucleares, productos o desechos radioactivos que hubiesen sido objeto de robo, pérdida, echazón o abandono, el plazo fijado en el artículo anterior se contará a partir de la fecha en que ocurrió el accidenté.

ARTICULO 21.- El plazo de la prescripción será de quince años computados a partir de la fecha en que se produjo el accidente nuclear, cuando se produzcan daños nucleares corporales mediatos que no impliquen pérdida de la vida ni su conocimiento objetivo inmediato.

ARTICULO 22.- La acción por daños nucleares ejercitada en tiempo ante el tribunal competente, se podrá ampliar por la agravación de los daños producidos, antes que se pronuncie sentencia definitiva.

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS INFORME NACIONAL

CAPITULO QUINTO  
**Disposiciones Generales**

ARTICULO 23.- Los organismos o entidades públicos se encuentran exentos de otorgar seguros y garantías financieras, para garantizar los daños a que se refiere esta ley.

ARTICULO 24.- El operador sólo tendrá derecho de repetición:

I.- En contra de la persona física que, por actos u omisiones dolorosas causó daños nucleares;

II.- En contra de la persona que lo hubiere aceptado contractualmente, por la cuantía establecida en el propio contrato; y,

III.- En contra del transportista o porteador que, sin consentimiento del operador hubiere efectuado el transporte, salvo que éste hubiere tenido por objeto salvar o intentar salvar vidas o bienes.

ARTICULO 25.- Los Tribunales Federales de! domicilio del demandado, conocerán de acuerdo a las normas del Código Federal de Procedimientos Civiles, de las controversias que se susciten con motivo de la aplicación de la presente ley.

ARTICULO 26.- Las sentencias definitivas extranjeras dictadas por daños nucleares, no se reconocerán ni ejecutarán en la República Mexicana, en los siguientes casos:

I.- Cuando la sentencia se hubiere obtenido mediante procedimiento fraudulento o por colusión de litigantes;

II.- Cuando se le hubieren violado garantías individuales a la parte demandada o aquella en cuya contra se pronunció;

III.- Cuando sea contraria al orden público nacional; y,

IV.- Cuando la competencia Jurisdiccional del caso, debió corresponder a los Tribunales Federales de la República Mexicana.

ARTICULO 27.- El operador de una instalación nuclear está obligado a informar inmediatamente a las autoridades federales competentes, del acaecimiento de cualquier accidente nuclear o de cualquier extravío o robo de substancias o materiales radioactivos.

Igual obligación tendrá cualquier persona que tenga conocimiento de esos hechos.

ARTICULO 28.- Son nulos de pleno derecho, los convenios o contratos que excluyan o restrinjan la responsabilidad que establece la presente ley.

ARTICULO 29.- De acuerdo a la presente ley y acorde con sus términos, la Secretaria de Gobernación coordinará las actividades de las Dependencias del Sector Público, Federal, Estatal y Municipal, así como la de los organismos privados, para el auxilio, evacuación y medidas de seguridad, en zonas en que se prevea u ocurra un accidente nuclear.

ARTICULO 30.- El reglamento de esta Ley establecerá las bases de seguridad en las instalaciones nucleares; de ingresos o acceso; egreso o salida de todo su personal incluyendo el sindicalizado; y todas las demás que se requieran para la ejecución de la presente ley.

ARTICULO 31.- Las disposiciones de la presente ley sólo son aplicables a los casos expresamente previstos en la misma.

ARTICULO TRANSITORIO: La presente ley entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación.

# APÉNDICE

# **CAPITULO I**

## **UNIDADES DE MEDIDA**

La diversidad de las unidades en las que se miden los energéticos (toneladas, barriles, watts, etc) impide la comparación directa, por lo que es necesario adoptar una unidad común para las distintas fuentes de energía.

En el Balance Nacional de Energía se utiliza el joule (J) como unidad común, de acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. En ella se establece que en los Estados Unidos Mexicanos, es el Sistema General de Unidades de Medida es el único legal de uso obligatorio y determina que la cantidad de calor y de energía deben medirse en joules.

- **JOULE**

Es la cantidad de energía que se utiliza para mover un kilogramo masa un metro de distancia, aplicando una aceleración de un metro por segundo cada segundo.

- **PODER CALORÍFICO**

Es la cantidad de calor que se libera de un proceso de combustión.

Las estadísticas de energía utilizan indistintamente el Poder Calorífico Bruto o el Poder Calorífico Neto.

- **PODER CALORÍFICO (PCB)**

Es la cantidad total de calor que se produce en la combustión.

- **PODER CALORÍFICO NETO (PCN)**

Es la cantidad de calor que se produce en la combustión, con exclusión del calor no recuperable. Equivale al calor del proceso de combustión que se aprovecha en la práctica.

Actualmente, el Balance Nacional de Energía presenta la estadísticas en términos del PCN, con el fin de que la información sea compatible con la de organismos internacionales. Esta medición permite reflejar de manera exacta el comportamiento de las variables de energía.

## **FACTORES DE CONVERSIÓN**

Los factores de conversión utilizados en la elaboración del Balance Nacional de Energía son los siguientes:

### EQUIVALENCIA DE MASA:

---

1000 kilogramos = tonelada métrica

### EQUIVALENCIAS DE VOLUMEN

---

1 galón = 3.7854 litros  
42 galones = 1 barril  
1 barril = 158.9873 litros  
1 metro cúbico = 6.2898 barriles  
1 metro cúbico = 35.31467 pies cúbicos

### EQUIVALENCIAS CALORÍFICAS

---

1 barril de crudo = 5000 pies cúbicos de gas natural  
1 barril de combustóleo = 6783 pies cúbicos de gas natural  
1 metro cúbico de gas natural = 35420 kilojoules (para efectos de facturación de gas seco)

### EQUIVALENCIAS DE ENERGÍA

---

1 caloría = 4.1868 joules  
1 megawatt-hora(MWh)= 3600 megajoules.

### PREFIJOS MÉTRICOS

#### MÚLTIPLOS

---

E	exa	$(10)^{18}$
P	peta	$(10)^{15}$
T	tera	$(10)^{12}$
G	giga	$(10)^9$
M	mega	$(10)^6$
K	kilo	$(10)^3$

# **CAPITULO II**

## ENERGIA NUCLEAR

Todos los cuerpos están formados por átomos. La parte más pequeña, que podemos ver al microscopio, de una sustancia cualquiera esta formada por millones de pequeñas partículas que se llaman moléculas. Estas moléculas a su vez, están formadas por uno o más átomos; y estos contienen partículas aún más pequeñas llamadas electrones, protones y neutrones.

Los átomos tienen núcleo y electrones. En su centro se encuentran los protones y los neutrones firmemente unidos formando un núcleo atómico. Alrededor de este núcleo, se encuentran los electrones.

No todos los átomos son iguales, como no son iguales las sustancias que resultan cuando se agrupan estos átomos. Los elementos se diferencian por el número de protones que contiene en su núcleo. Así 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 ser diferentes en sí por contener diferente número de neutrones en su núcleo. Estos átomos se denominan isótopos.

Los núcleos atómicos se pueden partir: Mediante métodos, generalmente complejos, se puede lograr que una partícula como el neutrón, choque contra el núcleo de un átomo. Al chocar contra él, el núcleo se excita debido a que su estructura se altera, pudiendo llegar esta excitación a partir el núcleo en dos núcleos más pequeños. Este proceso de división del núcleo se llama fisión. Pero cuando ciertos núcleos, como los de los átomos del isótopo 235 del 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, estos neutrones libres producirán a su vez más fisiones. Así, en poco tiempo, el número de fisiones puede aumentar mucho, dando lugar a lo que se llama una reacción en cadena.

En cada una de las fisiones se produce una pequeña cantidad de energía en forma de calor; al producirse la reacción en cadena se suman las energías producidas en cada fisión y se puede obtener con este proceso una cantidad de energía considerable. Este es el origen de la energía nuclear.

Hay algunos núcleos que son radiactivos: Ciertos núcleos, pertenecientes sobre todo a isótopos no muy abundantes o creados artificialmente, son inestables y para alcanzar su estabilidad emiten radiaciones.

Estas radiaciones son de tres clases principalmente llamadas: alfa, beta y gama. La primera está formada por partículas pesadas y tienen carga eléctrica positiva; la segunda consiste en partículas ligeras cargadas negativamente y la tercera es electromagnética con una naturaleza similar a la de la luz. Todos los seres pueden recibir una cierta dosis de radiación sin consecuencias. Sin embargo, si las dosis recibidas son muy altas, pueden producir enfermedades e incluso, con dosis elevadísimas, se puede llegar a producir la muerte.



Los núcleos radiactivos pierden con el tiempo su actividad. Por otra parte, las radiaciones son absorbidas por la materia, incluso por el aire y disminuyen según nos alejemos de las fuentes. Por sus propiedades, estas radiaciones se pueden eliminar con facilidad empleando blindajes adecuados que las absorben.

Las radiaciones gamma son las más penetrantes y para detenerlas se necesitan gruesas paredes de concreto o acero. Las radiaciones beta se detienen con una delgada lámina de metal. La radiación alfa se detiene con una simple hoja de papel; es tan poco penetrante que no puede atravesar la piel del hombre.

Por otro lado las radiaciones que proceden del espacio exterior se llaman radiaciones cósmicas. La intensidad de las radiaciones cósmicas aumenta rápidamente con la altura sobre el nivel del mar. En la ciudad de México los habitantes reciben el triple de la radiación cósmica que reciben los habitantes del puerto de Veracruz. Las radiaciones se miden en una unidad llamada milirem (mr).

Los reactores utilizan **combustible nuclear**. Para el funcionamiento de la mayor parte de los reactores nucleares se utiliza un combustible llamado uranio enriquecido, este se obtiene a partir de minerales de uranio existentes en muchos lugares del mundo. Al mineral se le somete a diferentes procesos para lograr que llegue a contener aproximadamente el 3% de núcleos de uranio 2365, que son los que darán lugar a la reacción en cadena. El combustible nuclear prepara en forma de pastillas. Estas pastillas se colocan en unos tubos de un material inoxidable y se agrupan en haces que se llaman elementos de combustible. Estos elementos se colocan en el núcleo del reactor.

## **USOS DE LA ENERGIA NUCLEAR**

Fines pacíficos de la energía nuclear: en las explosiones nucleares, la energía liberada se presenta en forma de energía cinética de las partículas expulsadas por el combustible. El gas radiactivo se expande muy rápidamente en forma de energía térmica, con temperaturas del orden de millones de grados centígrados y finalmente en forma de radiaciones muy penetrantes. En la actualidad, la energía nuclear, se utiliza sobre todo para la producción de energía eléctrica. Los costos son todavía elevados pero se hayan en continua disminución gracias a los grandes procesos tecnológicos y a la construcción de centrales nucleares de mayores dimensiones. La reciente crisis petrolífera, como es natural, dará nuevo impulso a la búsqueda de métodos competitivos de utilización de la energía nuclear, ya en empleada en la propulsión naval, donde las ventajas, son evidentes gracias a la elevada velocidad de desplazamiento que con ella se obtiene

Los reactores nucleares son de enorme utilidad en zonas aisladas, las tierras árticas y antárticas de difícil acceso para la energía hidroeléctrica y térmica. Desmontados se transportan fácilmente en barco o avión, y una vez en su destino, se instalan de nuevo fácilmente. También podrían convertirse en fuente de energía para los trabajos submarinos, (extracción de sustancias alimenticias o minerales de yacimientos marinos).

Es prometedor el empleo de la energía nuclear de la desalación del agua de mar mediante la destilación, utilizando el calor residual de los reactores nucleares.

El agua salada, aspirada hacia el interior de una serie de tubos se evapora con el calor y en el fondo se deposita la salmuera. El vapor desprovisto de las sales se condensa posteriormente dentro de los tubos refrigerantes.

Existen asimismo proyectos para lanzar al espacio cohetes de propulsión nuclear, más pesados que los de combustible químicos y concebidos para viajes cada vez más lejos.

## **ISOTOPIA**

Si se analizan las familias radiactivas del torio y del actino, se observa que los términos finales de los mismos son respectivamente el  $^{208}_{82}\text{Pb}$  y  $^{207}_{82}\text{Pb}$ .

Así, se designa con el mismo nombre los términos radiactivos, a pesar de ser distinta la composición de sus núcleos. Sin embargo ya se ha dicho que las propiedades químicas de un elemento dependen exclusivamente de su número atómico y éste es el mismo, 82, para los tres elementos mencionados, lo que justifica que se designe los tres por el mismo nombre (plomo, Pb).

Se dice que dos átomos son isótopos, cuando poseyendo el mismo número atómico, esto es, perteneciendo a un mismo elemento, poseen distinto número, lo que significa que si bien ambos átomos tienen igual número de protones, el número de neutrones que hay en su núcleo es diferente de unos casos a otros.

Existe un isótopo del hidrógeno, llamado deuterio es  $^2_1\text{H}$ . Presenta una masa atómica doble que la del hidrógeno, porque su núcleo consta de un protón y un neutrón, pero su corteza sólo tiene un electrón. A menudo se emplea el símbolo D para el deuterio y el núcleo del deuterio, al que se llama deuterón, suele abreviarse con la letra d. Los componentes químicos del deuterio presentan exactamente las mismas propiedades químicas que las del hidrógeno. El agua pesada es un compuesto de deuterio de fórmula  $\text{D}_2\text{O}$ , no diferenciable del agua,  $\text{H}_2\text{O}$ , desde el punto de vista químico, pero en vez de congelarse a  $0^\circ\text{C}$  lo hace a  $3,8^\circ\text{C}$ ; y en vez de hervir a  $100^\circ\text{C}$ , hierve a  $101^\circ\text{C}$ . En realidad la mayoría de elementos químicos son mezcla de

isótopos, y en el hidrógeno ordinario existe siempre una pequeñísima proporción de deuterio que puede ser aislada por procedimientos diversos. Además el hidrógeno tiene otro isótopo llamado tritio (símbolo  $3/1\text{ H}$ ) que posee propiedades radiactivas; el núcleo del tritio se llama tritón y se abrevia T. La separación de los distintos isótopos que contiene una muestra cualquiera de algún elemento no se puede realizar por procedimientos químicos, ya que todos ellos poseen las mismas propiedades químicas. Por ello, es necesario utilizar procedimientos físicos.

Con un espectrógrafo de masas preciso, se pueden identificar, los isótopos que contienen los distintos elementos, debido a la diferencia de masa existente entre ellos. De gran cantidad de isótopos existentes muchos se han obtenido de forma artificial, ya que en la naturaleza sólo hay algo más de 300; sin embargo, estos isótopos naturales se encuentran en toda muestra de cualquier elemento que se utilice, y siempre en una misma proporción. Así, por ejemplo, si se analiza una muestra cualquiera de carbono, se podrá observar que siempre está formado por un 98,89% de átomos correspondientes al isótopo  $12/6\text{ C}$ , y 1.11% de átomo de isótopo  $13/6\text{ C}$ , manteniéndose en esta proporción constante sea cual sea la cantidad de carbono analizado.

Del mismo modo siempre que se analice cierta cantidad de uranio se encontraría un 99.27% del isótopo  $238/92\text{ U}$ , un 0.72% del  $235/92\text{ U}$  y el resto de otro isótopo, que es él  $234/92\text{ U}$ .

La existencia entre estos isótopos de alguna de carácter radiactivo hace que con el tiempo la cantidad de la misma disminuya algo debido a las desintegraciones, por lo que esta proporción isotópica no se ha mantenido siempre igual a lo largo del tiempo.

## **COMBUSTIBLE NUCLEAR**

Se llama combustible nuclear aquellos materiales que pueden emplearse en un reactor nuclear para que en el desarrollo una reacción de fisión en cadena. El combustible utilizado en las centrales nucleares varía según el tipo de reactor de que este dotada. En general el más utilizado es el uranio natural o el enriquecido (uranio con un contenido más elevado del isótopo  $235/92\text{ U}$ ). También son combustibles nucleares el torio y el plutonio.

El uranio está muy extendido; la corteza terrestre lo contiene en una concentración media de dos a cuatro gramos por tonelada (0,0002%). Se da concentraciones superiores de uranio en algunos ambientes geológicos. Los minerales de uranio se extraen por medio de las técnicas de cielo abierto y subterráneas. En general, para que se pueda considerar rentable la explotación comercial, las minas han de contener más del 0.05% de uranio; algunos yacimientos son mucho más ricos, con hasta 2% o 3% de uranio, o incluso en algunas zonas del Canadá, hasta el 30%. El uranio se recupera también como subproducto o coproducto del

oro o cobre, en concentraciones del 0.01% o menores, cuando los costos de extracción pueden compartirse o se cargan al otro producto. El contenido de uranio de muchas clases de carbón puede hallarse entre 0.0001% y 1%. Se estima que los océanos contienen unos 4.000 millones de toneladas de uranio, en una concentración muy baja.

El mineral de uranio no puede utilizarse normalmente tal y como sale de las minas, sino que ha de sufrir una serie de transformaciones que forman parte de lo que se llama el ciclo del combustible.

## **REACTORES NUCLEARES AVANZADOS**

La siguiente generación de reactores:

- Tendrán un diseño estándar para cada tipo así como para la expedición de la licencia, la reducción de costo y de tiempo de construcción de tiempo.
- Serán más simples y más duros en cuanto a diseño, fácil de operar y menos vulnerable a las dificultades de operación.
- Tendrán una disponibilidad más alta y una duración operacional larga.
- Será económicamente más competitivo en la escala de tamaños.
- Fomentará la reducción de la posibilidad de accidentes.
- Tendrán un efecto mínimo en el medio ambiente.
- Tendrán una capacidad alta de reducción de consumo de combustible y de desechos.

La diferencia más grande de los diseños actuales es que muchas generaciones de plantas nucleares operarán con características de seguridad "pasiva" el cual depende de la gravedad, convección natural, etc, no requiriendo de controles activos o intervenciones operacionales para evitar accidentes en caso de un mal funcionamiento.

## **REACTORES DE AGUA LIGERA (LWR)**

En Estados Unidos, el Departamento de Energía y la industria nuclear comercial han estado desarrollando tres tipos de reactores avanzados.

Dos de éstos entran en la categoría de diseños de larga "evolución" los cuales se construyen directamente sobre la experiencia de los reactores de agua ligera en los Estados Unidos, Japón, y Europa Occidental. Estos reactores están en la escala de 1300 megawatts.

Uno es el Reactor Avanzado de Agua Hirviente (ABWR), y dos de este tipo están funcionando comercialmente en Japón. El otro tipo es un Reactor Avanzado de Agua a Presión (Sistema 80+), el cual está casi listo para su comercialización. Cuatro Reactores Sistema 80 que se construyen en Corea del Sur incorporan muchos de estos diseños.

La Comisión Nuclear Reguladora de los Estados Unidos dio una certificación final de diseño para ambos, en mayo de 1997. Estas son las primeras certificaciones genéricas que serán publicadas y que serán válidos por 15 años. Siguiendo un proceso público exhaustivo, esto significa que la cuestión de la seguridad sin el ámbito de los diseños certificados han sido completamente resueltos y por lo tanto no estarán abiertas a recusaciones durante el proceso de dar licencia para construir y operar un reactor antes de que la construcción actual empiece.

Existe otro, un reactor americano más innovador, que es más pequeño - en el rango de 600 megawatts- y tiene diferentes esquemas de seguridad "pasiva". El AP-600 ganó la aprobación de diseño final de la Comisión Nuclear Regulatoria en septiembre de 1998.

Separado del proceso de la Comisión Nuclear Regulatoria y detrás de sus requisitos, la industria nuclear americana ha seleccionado una diseño estándar para cada categoría - el gran ABWR y el mediano AP-600 para el trabajo detallado de primer tipo de ingeniería (FOAKE) por sus siglas en inglés.

El programa de 200 millones de dólares, la mitad fundada por DOE, está ahora en estado avanzado. Esto ocasionará probables compradores que tendrán la información sobre costos de construcción y programas.

En Japón, los primeros reactores ABWR han empezado a operar, como ya se indicó.

También, un gran reactor PWR (1350 megawatts) ha sido desarrollado por MITI y fabricantes de reactores. Es un diseño simplificado el cual combina sistemas de enfriamiento pasivo y activo para mejorar los efectos. El trabajo de diseño sobre este reactor continúa aún y probablemente será la base de la siguiente generación de reactores japoneses (PWR).

En Europa, bajo el auspicio de una empresa conjunta con utilidades francesas y alemanas, el Poder Nuclear Internacional está desarrollando un gran reactor de agua a presión europeo (EPR - 1525-1800 megawatts), el cual fue confirmado a mitad de 1995 como el nuevo diseño estándar para Francia, uniendo los nuevos criterios en materia de seguridad europeos. Se espera que produzca electricidad con un 10% menos del costo de las plantas de carbón. Su diseño básico se completó en 1997.

Otro diseño europeo, el SWR 1000, está desarrollándose con ayuda alemana, la empresa Siemens. Es un reactor BWR de 1000 megawatts.

En Rusia, dos diseños de reactores avanzados se están desarrollando. Ambos son PWR con medidas de seguridad pasiva. La construcción de las 4 unidades de 640 megawatts V-407 (VVER-640) en Sosnovy Bor y Kola, comenzaron a principios de 1997. Dos unidades de 1000 megawatts V-392 (del avanzado VVER-1000) se planearán en la ciudad de Novoronezh.

En suma, el VVER-91 ha sido desarrollado de acuerdo al VVER-1000 en conjunto con IVO en Finlandia, y dos han sido vendidos a China.

### **REACTORES DE AGUA PESADA**

Canadá tiene dos diseños en desarrollo los cuales se basan en sus reactores seguros CANDU-6. Dos CANDU-6 mejorados se están construyendo en China.

El CANDU-3 es más pequeño (480 megawatts), de construcción rápida, con una vida larga (60 años) y con más capacidad de aprovechar el abono de gasolina (0.9-1.2%). De cualquier modo, con el diseño casi completado (70%), el esfuerzo en el desarrollo se transfirió al gran CANDU-9, el cual es un diseño evolucionario.

El gran CANDU-9 (925-100 megawatts) se desarrolló de un diseño existente pero, es una unidad de planta sencilla. Tiene requisitos flexibles en cuanto al rango de combustible del uranio natural a través de uranio enriquecido ligeramente, uranio recubierto del combustible reprocesado del PWR, óxido de combustible revuelto (U&Pu), uso directo del desecho de combustible del PWR, al torio y posiblemente plutonio ardiente militar o actínidos separados del desperdicio reprocesado del LWR. La licencia de revisión de dos años del diseño de CANDU-9 se completó exitosamente a principios de 1997.

### **REACTORES DE GAS LICUADO A ALTA TEMPERATURA**

Cimentado en la experiencia de algunos reactores innovadores construidos en 1960 y 1970, el desarrollo procede sobre los nuevos reactores de gas licuado a alta temperatura los cuales serán capaces de procesar una temperatura alta (arriba de 950°C) del helio ya sea para aplicaciones industriales o directamente a las turbinas de gas para electricidad.

El Reactor de Evaluación de Alta Temperatura (HTTT) en Japón comenzó a funcionar a finales de 1998. Su combustible está revestido de cerámica con partículas incorporadas dentro de bloques de grafitos hexagonales o "prismas", dándole un alto nivel de seguridad. Otro reactor de demostración pequeño que operará en 1999 es el HTR de China, el cual tiene sus partículas de combustible compactas con el moderador de grafito dentro de esferas, comúnmente conocido como "cama de guijarros" (pebble bed).

El Reactor Modular Pebble Bed de Sudáfrica con un generador de turbina de gas cíclico directo está siendo desarrollado por la empresa Eskom, basado en los expertos alemanes. Los módulos serán de 115 Megawatts y la eficiencia térmica de 45%. El combustible consiste en guijarros de moderador de grafito con UO<sub>2</sub> y revestidos con carburo de silicón. Los costos de construcción se espera que sean de US\$ 1,000/kw y el costo de la generación US\$ 1.6 cents/kw. Un modelo de escala está operando en el Instituto Kurchatov en Moscú y un prototipo se espera que funcione en el 2001.

Un gran diseño americano, el Reactor de Turbina Modular de Gas Helio (GT-MHR), será construido con módulos de 285 megawatts cada uno. Tiene elementos de combustible prismáticos como el HTTR y manejará directamente el gas de la turbina a casi 50% de la eficiencia térmica. Está siendo desarrollado por Atómica General en asociación con Minatom de Rusia, e inicialmente será usado para quemar plutonio puro en Rusia. De 1996 a 1997 Framatome (Francia) y Fuji (Japón) unieron el consorcio. Los costos de las plantas se espera que sean menores de US\$ 1000/kW, aunque éste continúa en una fase de desarrollo.

Varios países tienen programas de investigación y desarrollo para mejorar los Reactores de Generación Rápida (FBR), los cuales son, generalmente, Reactores de Neutrones Rápidos. Estos generan poder usando uranio 238 en el combustible del reactor, en vez de la fisión de isótopos de U-235 usados en muchos reactores.

Cerca de 20 Reactores FBR han estado operando ya, algunos desde los 50's, y otros para proveer electricidad comercialmente. Aproximadamente se han acumulado 290 años-reactor de experiencia operativa.

El uranio natural contiene aproximadamente 0.7% de U-235 y 99.3% de U-238. En cualquier reactor el componente U-238 es disminuido en varios isótopos de plutonio durante la operación del reactor. Dos de éstos, Pu-239 y Pu-234, también con la fisión en la misma manera que el U-235 para producir calor. En un reactor de neutrones rápido este proceso es optimizado y éste por lo tanto, la generación de combustible para que un FBR pueda utilizar uranio de aproximadamente 60 veces más eficiente que un reactor normal. Los reactores FBR son, como sea, caros de construir y podrían ser sólo justificables económicamente si los precios del uranio fueran para elevar los valores de 1980, aproximadamente cuatro veces más al precio en el mercado actual.

Por esta razón, el trabajo de investigación en los reactores FBR europeos de 1450 megawatts han cesado casi y el FBR Súperfenix Francés de 1250 megawatts ha cerrado. La investigación continúa en el FBR de la India, y el Monju de Japón del prototipo comercial FBR se conectó a la red en 1995 (pero entonces fue clausurado por un derrame de sodio).

El Reactor de Generación Rápida BN-600 ruso ha estado proveyendo electricidad a la red desde 1981 y tiene el mejor récord de operación y producción de todas las unidades nucleares de Rusia. El FBR BN350 operó en Kajaztán durante 27 años y aproximadamente la mitad de su producción se usó para la desalinización del agua. Rusia planea para reconfigurar el reactor BN-600 para quemar el plutonio de sus reservas militares.

En los Estados Unidos, General Electric se involucró en el diseño de un reactor de alta seguridad de metal líquido enfriado modular de 150 megawatts, llamado PRISM. General Electric y Argonne han desarrollado también un Reactor de Generación Rápida de Metal

Líquido Avanzado (ALMR) de más de 1400 megawatts, pero ambos diseños todavía están en fase temprana de desarrollo y se han estado apartando de las revisiones de la Comisión Nuclear de Regulación (NCR). Ningún reactor de neutrones rápido americano ha sido más grande que el de 66 megawatts y ninguno ha provisto electricidad comercialmente.

## **SISTEMAS ACELERADOS DE MANEJO**

Un desarrollo reciente ha sido la fusión del acelerador y de la tecnología del reactor para la generación de electricidad y para aprovechar los desechos radioactivos de largo plazo.

Un destello de un protón de alta-energía golpeando un blanco de metal produce neutrones por espalación. Los neutrones causan fisión en el combustible, pero a diferencia de un reactor convencional, el combustible es sub-crítico, y la fisión cesa cuando el acelerador es cancelado. El combustible puede ser uranio, plutonio o torio, posiblemente mezclado con desechos de largo alcance de reactores convencionales.

## **EVALUANDO DESECHOS DE CADENAS DE COMBUSTIBLE PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD**

El OIEA patrocina un proyecto de información relacionada con la seguridad sobre los desechos procedentes de diferentes sistemas de generación de energía, en el marco de su programa general para la evaluación comparativa de las fuentes de energía.

Los objetivos que se persiguen son proporcionar información acerca de las cantidades, características y prácticas de disposición final asociadas a las cadenas de combustible, así como examinar los enfoques de evaluación y comparar las repercusiones en la salud humana y el medio ambiente.

[Los desechos procedentes de las cadenas del combustible nuclear y no nuclear contienen mezclas de sustancias radiactivas y no radiactivas]. Es necesario para esto, métodos armonizados para evaluar, sobre una base común, los efectos potenciales de las sustancias radiactivas y no radiactivas que pueden depositarse en diversas instalaciones de disposición final.

También se incluyen en este proyecto efectos ecológicos y ambientales. [Como las repercusiones en la flora y la fauna, y en el uso de la tierra, al igual que los efectos de las descargas procedentes de instalaciones en explotación].

## **ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS**

Las instalaciones de almacenamiento de residuos de residuos radiactivos deben asegurar y evitar el peligro de irradiación directa, así como la migración de los isótopos radiactivos contenidos en ellos y su paso al entorno humano.



Para garantizar dicho aislamiento se establecen varias barreras entre los residuos y el medio ambiente que pueden ser artificiales y naturales.

La primera barrera artificial se consigue sometiendo los residuos radiactivos originalmente sólidos, líquidos o gaseosos a procesos químicos – físicos de acondicionamiento que los convierte en un producto sólido insoluble, químicamente inerte, mecánicamente resistente y estable a temperaturas altas y que se envasa o encapsula en recipientes metálicos.

La segunda barrera artificial se puede obtener mediante la construcción de recintos diseñados para garantizar el confinamiento del producto final envasado y cuyas características varían según la categoría del residuo almacenado.

Las barreras naturales se consiguen mediante la utilización de formaciones geológicas estables (algunas de ellas con varios millones de años de inmovilidad geológica), en cuyo interior se pueden almacenar los recipientes que contienen residuos

El repositorio para desechos se hallará en una formación de rocas estables libres de aguas freáticas, con lo que habrá poco peligro de que los desechos acaben por volver a la superficie para lixiviación.

Un tipo de formación adecuada lo constituirán filones salinas profundos, que resultan interesantes porque la sal posee una buena capacidad de transmisión de calor y es plástica, con lo que, deformarse grietas, se cerrarían por sí solas. La propia existencia de tales filones de sal indica que están libres de aguas freáticas desde hace millones de años ya que en caso contrario se habría disuelto la sal. Como precaución adicional se ha sugerido, en Suecia por ejemplo, que los recipientes que contengan los desechos se cubran a su vez con más vainas de plomo o de cobre y con un embalaje exterior de titanio.

Cuando se tenga que cerrar el repositorio se procederá al relleno de las fosas de almacenamiento y las galerías de entrada utilizando material absorbente, como por ejemplo, bentonita, para poner una barrera más al movimiento de los desechos que pudieran tender a escapar del emplazamiento de evacuación definitiva.

Al mar se vierten solamente los residuos de baja y media actividad procedentes en su mayoría de los hospitales e industrial y también los procedentes de la producción de la energía nuclear, pero no combustibles y radiados. Estos residuos, cuidadosamente embalados y contenidos en bilonos y recubiertos de hormigón son vertidos en zonas de aguas profundas (4000 m), situadas a gran distancia de las costa (700 Km), lejos de bancos de pesca, cables subterráneos, corrientes marinas ascendentes, rutas comerciales, yacimientos minerales de posible recuperación y de casi nula posibilidad de terremotos.

# CAPITULO III

## **RADIOACTIVIDAD**

La radioactividad es un tipo de energía que se transmite a través de las ondas electromagnéticas. Las fuentes de las cuales proviene son diversas una pueden ser los rayos ultravioleta que emanan de la luz solar o bien de materiales radioactivos, que principalmente provienen de las plantas nucleares donde se trabaja con este tipo de materiales.

El ser humano puede recibir estos de dos maneras: "radiación externa o radiación interna". La primera como su nombre lo dice es una fuente externa al cuerpo humano como puede ser un tubo de rayos X. La segunda se dice que es interna por que esta dentro del cuerpo humano y se puede adquirir en una ingestión o inhalación de materiales radioactivos.

La radiación tiene distintos efectos dependiendo de la persona que lo recibe y de la magnitud a la que se encuentra expuesto el individuo durante un largo o corto plazo. A menudo las exposiciones cortas con una radiación de fondo producen mayores efectos a los que produce una dosis de baja radiación durante un corto tiempo. Algunas sustancias químicas e isótopos radioactivos se bioacumulan o se amplifican biológicamente en ciertas partes del cuerpo. Dichas sustancias permanecen en el cuerpo durante períodos largos, la exposición prolongada incluso a cantidades pequeñas puede exceder eventualmente los niveles de la toxicidad y causar daño grave o la muerte prematura.

En realidad determinar los niveles de toxicidad de las sustancias químicas de la radiación ionizante y los efectos nocivos de los organismos biológicos es difícil y costosa. El uso, aprovechamiento y desecho de materiales radioactivos como el uranio y el plutonio y así como a los efectos que estos producen, en el ser humano y una región dada. Por ejemplo los desechos que son lanzados o fueron lanzados en un tiempo a los mares pero no a las profundidades, afectando inevitablemente a los habitantes de esas zonas e incluso a toda una cadena alimenticia donde sin duda participa el hombre y que trajo un incremento de personas que adquirieron cáncer dentro de una zona pesquera de las playas de Rusia. O en el caso ocurrido dentro de esta misma localidad en Chernobyl, donde exploto un reactor de fisión nuclear por que fallo el sistema de enfriamiento de éste con lo cual no pudo controlar la reacción encadena que después sobrevino. Un reactor nuclear no es un juego y por ello en la actualidad se debate demasiado en todos los países acerca de la posible construcción de más plantas nucleares además del elevado costo que esto implicaría. Desde el accidente mencionado anteriormente, muchos países han abatido o eliminado sus planes para construir plantas de energía nuclear. Desde 1975 no se ha solicitado la instalación de nuevas plantas nucleares en los Estados Unidos y se han cancelado 120 pedidos anteriores. En 1991, las 111 plantas comerciales de ese país generaban un 20% de su electricidad y se espera que ese porcentaje disminuya en las siguientes dos décadas, cuando se espera retirar y apagar más del 60% de los reactores nucleares.

## **LAS RADIACIONES**

Las radiaciones forman parte del mundo en que vivimos. La humanidad ha estado siempre expuesta a radiaciones visibles e invisibles que proceden de la materia existente en todo el universo. Todos estamos familiarizados con varias formas de radiación.

La luz es una radiación que vemos; es, por lo tanto, visible. El calor es una radiación que sentimos y, por ello es sensible. Los rayos ultravioleta que proceden del Sol y los rayos X con que se toman las radiografías son formas de radiación que no son visibles ni sensibles, aunque sí perfectamente detectables.

Se conoce como radiación nuclear a las partículas o a las ondas electromagnéticas que emiten ciertos núcleos de átomos inestables para convertirse en estables. Los tipos de radiación o partículas emitidas más importantes son:

- Radiación alfa: Núcleos de helio compuestos por dos protones y dos neutrones.
- Radiación beta: Partículas con la masa de los electrones que pueden ser positivas o negativas.
- Radiación gamma: Ondas electromagnéticas semejantes a las de la luz, pero de mayor energía.
- Rayos X: Similares a los gamma, pero originados fuera del núcleo atómico.
- Neutrones: Partículas neutras componentes de los núcleos, emitidas con diversas energías.

## **RADIACIONES NATURALES**

Las radiaciones naturales provienen de los rayos cósmicos que nos llegan del espacio exterior (del Sol y de otras estrellas) y de los elementos llamados radioactivos, que se encuentran incluso en los materiales con los que se fabrican las casas-habitación, en el aire que respiramos, en el agua que bebemos y en los alimentos que ingerimos. Entre estas sustancias emisoras de radiaciones se pueden mencionar el uranio, el torio y el radio. El uranio y el radio, por ejemplo, se encuentran en rocas tan comunes como el granito, si bien en pequeñas cantidades. El radio produce el gas radiactivo radón que está presente en el aire que respiramos.

Las radiaciones naturales provienen también de nuestro propio cuerpo, principalmente del potasio y del carbono que hay en él.

El orden de magnitud de la radiación natural es de aproximadamente 100 milirems (mrem); aunque puede variar considerablemente por razones de altitud o de composición del suelo.

## **RADIACIONES ARTIFICIALES**

Se llaman radiaciones artificiales a las que provienen de fuentes creadas por el hombre, tales como: aparatos de televisión, relojes con carátulas luminosas, aparatos de radiografía utilizados en medicina, centrales nucleares, etc.

De todas las radiaciones artificiales, los aparatos utilizados para las radiografías son las fuentes que emiten mayor cantidad de ellas.

Las radiaciones artificiales que recibimos a lo largo del año, incluidas las que provienen de centrales nucleares, pueden sumar poco más de 50 mrem y son inferiores a las radiaciones naturales que recibimos en promedio; una persona que vive a nivel del mar y en terrenos no radioactivos puede recibir fácilmente de 100 a 200 mrem menos que otra que viva en una zona montañosa de estructura granítica. En ocasiones, estas diferencias naturales son aún mucho más apreciables.

Algunas de las nuevas costumbres de vida, aunque no crean radiactividad artificial, contribuyen a aumentar la cantidad de radiación natural recibida, como por ejemplo, la práctica de los deportes de invierno, el alpinismo y los viajes en avión, ya que las radiaciones procedentes del espacio exterior, al haber menos capas de aire que las absorban, son más intensas a grandes alturas que a nivel del mar.

La cantidad de radiación que recibe el hombre a lo largo de un año se muestra en la figura que aparece en la página anterior.

En total se estima que la dosis anual recibida por una persona que viva al nivel del mar es de 150 milirems por año.

El efecto de una dosis de radiación varía enormemente, de acuerdo con el tiempo durante el cual se haya recibido. Las consecuencias de la exposición del cuerpo humano a las radiaciones algunas horas aumentan de acuerdo con la dosis, tal como se muestra en el diagrama de barras que aparece a continuación.

Por el contrario, si la dosis es el resultado de la acumulación ocurrida durante largo tiempo, los efectos son totalmente distintos. Un científico o técnico que maneje material radioactivo puede recibir 125 mil milirems a lo largo de 25 años, sin sufrir ninguna consecuencia somática o genética.

Se sabe que debido a su efecto ionizante, la radiación puede inducir en los seres vivos alguna forma de cáncer, incluyendo la leucemia, o bien ciertas alteraciones genéticas (mutaciones).

Puede afirmarse, sin embargo, que en términos generales esa posibilidad ha sido sobrestimada, debido principalmente al desconocimiento del público acerca de las observaciones y estudios llevados a cabo desde hace más de 40 años por asociaciones científicas internacionales de tanto prestigio como la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones (CIPR), el Comité Asesor para el Estudio del Efecto Biológico de las Radiaciones Ionizantes (ACBEIR), que depende de la Academia de Medicina de Estados Unidos.

Los informes de estos organismos indican que entre los 285 mil japoneses que sobrevivieron al bombardeo de Hiroshima y Nagasaki, después de haber recibido elevadas dosis de radiación, el incremento en la mortalidad por cáncer fue de 0.175%

Por su parte, el incremento observado en la incidencia de leucemia en el grupo de 1200 sobrevivientes que recibieron las más elevadas dosis de radiación, fue tan sólo de 1%.

En general, se acepta internacionalmente que la probabilidad de contraer cualquier tipo de cáncer se incrementa en 1/10 000 000 por cada milirem de radiación recibida; es decir, que dicho incremento en una persona que reciba 100 000 mrem será de un centésimo.

Asimismo, las observaciones minuciosas realizadas durante cerca de 30 años, en los descendientes de los 24 mil japoneses que resultaron más irradiados en los bombardeos, no detectaron incrementos en la frecuencia de taras congénitas o variaciones en la morfología o la longevidad.

Las centrales nucleoelectricas están diseñadas para que durante su operación normal no originen en los habitantes de los alrededores dosis de radiación superiores a 5 milirems por año ( apenas 3% de lo que recibe comúnmente cualquier ser humano en forma natural, en el mismo periodo). Lo anterior es posible gracias a la adopción de estrictas normas de seguridad observadas en la construcción y en la operación, que son celosa y permanentemente vigiladas por los organismos reguladores especializados de cada país. Cualquier violación de esas normas originaría la suspensión temporal o definitiva de la actividad de la central.

El bajísimo nivel de contaminación radioactiva que producen las centrales nucleoelectricas, se debe al riguroso control que en ellas se tiene de todas las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas que pudieran ocasionarla, lo que garantiza que ningún efluente pueda ser arrojado al mar, a la tierra o la atmósfera, si no se comprueba previamente que su nivel de radioactividad originará dosis menores a 5 milirems por año en las personas que habitan en torno a las instalaciones.

### **Efectos biológicos de la radiación:**

Son consecuencias de la acción de una radiación ionizante sobre los tejidos de los organismos vivos. La radiación transfiere energía a las moléculas de las células de estos tejidos. Como resultado de esta interacción las funciones de las células pueden deteriorarse de forma temporal o permanente y ocasionar incluso la muerte de las mismas. La gravedad de la lesión depende del tipo de radiación, de las dosis absorbidas, de la velocidad de absorción y de la sensibilidad del tejido frente a la radiación. Los efectos de la radiación son los mismos, tanto si esta procede del exterior, como si procede de un material radiactivo en el interior del cuerpo.

Los efectos biológicos de una misma dosis de radiación varían de forma considerable según el tiempo de exposición. Los efectos que aparecen tras una irradiación rápida se debe a la muerte de las células y pueden hacerse visibles pasadas horas, días o semanas. Una exposición prolongada se tolera mejor y es más fácil de reparar, aunque la dosis radiactiva sea elevada. No obstante, si la cantidad es suficiente para causar trastornos graves, la repercusión será lenta e incluso imposible. La irradiación en pequeña cantidad, aunque no mate a las células, puede producir alteraciones a largo plazo.

### **Trastornos graves:**

Dosis altas de radiación sobre todo el cuerpo, producen lesiones características. La radiación absorbida se mide en grays (1 gray equivale a 1 julio de energía absorbido por kilogramo de material; su símbolo es Gy). Una cantidad de radiación superior a 40 Gy produce un deterioro severo en el sistema vascular humano, que desemboca en adema cerebral, trastornos neurológicos y coma profundo. El individuo muere en las 48 horas siguientes. Cuando el

organismo absorbe entre 10 y 40 Gy de radiación, los trastornos vasculares son menos serios, pero se produce la pérdida de fluidos y electrolitos que pasan a los espacios intercelulares y al tracto gastrointestinal. El individuo muere en los 10 días siguientes a consecuencia del desequilibrio osmótico, del deterioro de la médula ósea y de la infección terminal. Si la cantidad absorbida oscila entre 1,5 y 10 Gy, se destruye la médula ósea provocando infección y hemorragia. La persona puede morir 4 o 5 semanas después de la exposición. Los efectos de estas radiaciones poco intensas, son los que pueden tratarse de forma eficaz. La mitad de las personas que han recibido una radiación de 3 a 3,25 Gy y que no hayan recibido tratamiento, pierden la médula ósea.

La irradiación de zonas concretas del cuerpo produce daños locales en los tejidos. Se lesionan los vasos sanguíneos de las zonas expuestas alterando las funciones de los órganos. Cantidades más elevadas, desembocan en necrosis y gangrena.

No es probable que una irradiación interna, cause trastornos graves sino más bien algunos fenómenos retardados, que dependerán del órgano en cuestión de su vida media. De las características de la radiación y del comportamiento bioquímico de la fuente de radiación. El tejido irradiado puede degenerar o destruirse o incluso desarrollar un cáncer.

### **Efectos retardados**

Las consecuencias menos graves de una radiación ionizante se manifiestan en muchos órganos, como la médula ósea, riñones, pulmones y el cristalino de los ojos, debido al deterioro de los vasos sanguíneos. Como consecuencias secundarias aparecen cambios degenerativos y funciones alteradas, no obstante el efecto retardado más importante comparándolo con personas no irradiadas, es el aumento de la incidencia de casos de cáncer y de leucemia. El aumento estadístico de leucemia y de cáncer de tiroides, pulmón y mama, es significativo en poblaciones expuestas a cantidades de radiación relativamente altas (1 Gy). En animales de experimentación se ha observado una reducción de tiempo de vida y aún no se ha demostrado en seres humanos.

### **Radiación no ionizante**

La frecuencia de radiación de redes o tendidos electrónicos, radares, canales o redes de comunicación y hornos de microondas no es ionizante. Durante mucho tiempo se ha creído que este tipo de radiación era perjudicial sólo en cantidad elevada, y que producía quemaduras, cataratas, esterilidad temporal, etc. Con la proliferación de este tipo de mecanismos, comienzan a ser materia de investigación científica las posibles consecuencias de una exposición prolongada a pequeñas cantidades de radiación no ionizantes. Aunque se han observado algunas consecuencias biológicas poco importantes, se desconoce por el momento que repercusión tiene sobre la salud.

## **APLICACIONES DE LAS RADIACIONES EN MEDICINA Y AGRICULTURA**

En el campo médico se suelen utilizar las radiaciones con sustancias radiactivas para destruir tejidos malignos, como los productores de cáncer. La acción de rayo se debe a los rayos  $\gamma$ , y que este omite en grandes cantidades en el curso de sus sucesivas desintegraciones su empleo es muy arriesgado, ya que en los tejidos pueden fijarse pequeñísimas cantidades que podrían producir lesiones irreparables. Por ello, se prefiere el empleo de su primer descendiente, el radón cuya vida media es sólo de pocos días y su acción contaminante mucho menor que la del radio. En los últimos tiempos se tiende a sustituir el radio por isótopos radiactivos, ya que la actividad de estos cesa pronto, y disminuye, por lo tanto, el peligro de lesión. Los radioisótopos se utilizan en diagnósticos y en terapias. El mercurio 97,80 Hg, por ejemplo, es un isótopo del mercurio y es radioactivo. Tiene mucha utilidad para radiografiar el cerebro, donde se concentran, el radiólogo analizando las placas obtenidas desde distintos ángulos proporciona al cirujano la localización exacta de los tumores cerebrales. El radioisótopo de hierro 59,26 FE, se utiliza para estudiar la formación de la sangre. Se inyecta en la médula ósea, donde se forman las nuevas células de la sangre, cuyo curso puede seguirse mediante las radiaciones.

Menos conocidas es la aplicación, cada vez más amplia, que la radiactividad está teniendo en el campo de la agricultura. La irradiación de ciertas plantas puede producir mutaciones genéticas perfectamente controladas que modifiquen determinados aspectos perjudiciales para las cosechas. Así se ha conseguido que con algunos cereales sometidos a irradiación se obtengan dos cosechas al año. Es importante resaltar que dichas plantas no poseen ningún grado de radiactividad; son sólo descendientes de plantas que fueron irradiadas, en los que se han producido alteraciones genéticas favorables.

## **CATEGORÍA DEL MATERIAL NUCLEAR**

El factor primario para determinar las medidas de protección física contra movimientos no autorizados de material nuclear es el mismo material, categorizado de acuerdo con la siguiente tabla la cual da una jerarquía de diferentes tipos de material nuclear y con las consideraciones dadas más abajo.



MATERIAL	FORMA	CATEGORÍA I	CATEGORÍA II	CATEGORÍA III <sup>c</sup>
1. Plutonio	Unirradiado <sup>b</sup>	2 Kg o más	Menos de 2 kg pero más de 500 g	500 g o menos de 15 g
Uranio 235	Unirradiado <sup>b</sup> - uranio enriquecido al 20 % <sup>235</sup> U o más. - uranio enriquecido al 10% <sup>235</sup> U pero menos de 20% <sup>235</sup> U. - uranio enriquecido encima del natural, pero menos del 10% <sup>235</sup> U	5 kg o más	-Menos de 5 kg pero más de 1 kg -10 kg o más	-1 kg o menos pero más de 15 g -Menos de 10 kg, pero más de 1 kg -10 kg o más
Uranio 233	Unirradiado <sup>b</sup>	2 kg o más	Menos de 2 kg pero más de 500 g	500 g o menos pero más de 15 g
Combustible irradiado (la categorización de combustible irradiado en la tabla está basado en las consideraciones de transporte internacional. Los Estados podrán asignar una categoría diferente para uso doméstico, almacenaje, y transporte tomando todos los factores relevantes en cuenta.			Uranio natural o empobrecido, torio o combustible bajamente enriquecido (menos del 10% de contenido fisible) d/e	

a Todo el plutonio excepto que la concentración isotópica excediendo el 80% en el plutonio 238.

b Material no irradiado en un reactor o material irradiado en un reactor pero con un nivel de radiación igual o menor a 1 Gy/hr (100 rad/hr) a un metro sin blindaje.

c Las cantidades que no están en la categoría III y el uranio natural, uranio empobrecido y torio debería estar protegido al último de acuerdo con el manejo prudente.

d Aunque este nivel de protección es recomendado, estaría abierto a los Estados, sobre la evaluación de circunstancias específicas, para asignar una categoría diferentes de protección física.

e Otro tipo de combustible que por virtud del contenido de material original fisible está clasificado como categoría I y II antes de la irradiación podría ser reducido a un nivel de categoría mientras el nivel de radiación del combustible exceda 1 Gy/hr (100 rad/hr) a un metro sin blindaje.

## **UNA DÉCADA DESPUÉS DE CHERNOBYL: BASE DE LAS DECISIONES**

Una importante conferencia internacional recapitula la interpretación científica de las principales consecuencias del accidente de Chernobyl.

### **ASPECTOS DESTACADOS DE LOS RESULTADOS**

Aunque en los últimos diez años se ha aprendido mucho sobre el trágico accidente de Chernobyl ocurrido el 26 de abril de 1986, aún quedan importantes cuestiones por resolver. En sus esfuerzos por establecer el marco concreto para la ayuda permanente de la comunidad internacional, el OIEA, la Comisión Europea (CE) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) celebraron conjuntamente una importante conferencia internacional en abril de 1996 para recapitular la interpretación científica de las consecuencias del accidente. En sus conclusiones, la Conferencia publicó un resumen de los resultados formulado sobre la base de los informes y las exposiciones básicos presentados en la Conferencia; los documentos informativos preparados por grupos de expertos y los debates sobre éstos en la Conferencia; y las conclusiones de cada reunión técnica. La Secretaría Conjunta de la Conferencia recomendó que el Resumen se utilice como base de las decisiones relativas a la labor y colaboración futuras dirigidas a paliar las consecuencias del accidente de Chernobyl.

### **RESPUESTA INICIAL AL ACCIDENTE**

Hubo que adoptar medidas de emergencia con el fin de controlar la emisión de material radioactivo, cuidarse de los escombros despedidos por el reactor, y construir luego una estructura de contención de los restos del núcleo del reactor, el llamado sarcófago, que quedó terminada en noviembre de 1986.

Las actividades de respuesta al accidente se llevaron a cabo por un gran número de trabajadores ad hoc, con inclusión de operadores de la central, voluntarios de emergencia como bomberos y personal militar, además de muchos trabajadores no profesionales.

Se utilizó el término ruso "likvidator" para identificar a todas estas personas. Alrededor de 200 000 "liquidadores" trabajaron en la región de Chernobyl durante 1986 y 1987, período en que la exposición a las radiaciones fue más elevada. Formaban parte unas 600 000 a 800 000 personas que, según registros, intervinieron en las actividades relacionadas con la mitigación de las consecuencias del accidente. Estas cifras incluyen las personas que participaron en las operaciones de limpieza tras el accidente (comprendidas la limpieza alrededor del reactor, la construcción del sarcófago, la descontaminación, la construcción de carreteras, y la destrucción y enterramientos de edificios, bosques y equipo contaminados), así como numeroso personal corriente que trabajó en los territorios llamados "contaminados" y que en general recibió dosis bajas.

Durante el período transcurrido entre el 27 de abril y mediados de agosto de 1986, alrededor de 116 000 habitantes fueron evacuados de sus viviendas, situadas en la región circundante de la central de

Chernobyl, con el propósito de protegerlos de la exposición a radiaciones. Se estableció la denominada "zona prohibida", que abarcaba los territorios con las tasas de dosis más elevadas, a la que se vedó el acceso público. Esta prohibición continuó en Bielarus y Ucrania, países sucesores independientes tras la desintegración de la Unión Soviética. La zona prohibida abarca en total 4300 km<sup>2</sup>.

## **EMISIONES Y DEPÓSITO DEL MATERIAL RADIOACTIVO**

Fueron emitidos al exterior alrededor del 3% y 4% del combustible usado en el reactor en el momento del accidente, así como hasta el 100% de los gases nobles y del 20% al 60% de los radionucleidos volátiles. Esta estimación actual de la radioactividad es más elevada que la notificada en 1986 por las autoridades soviéticas, que se efectuó sumando la actividad de los materiales depositados en los países de la antigua URSS. Con todo, esta reevaluación del término fuente no altera las estimaciones de las dosis de las dosis individuales.

La composición en radionucleidos del material liberado en el accidente fue compleja. Los radioisótopos del yodo y del cesio son de máxima importancia radiológica: los del yodo, de período corto de semidesintegración radiactiva, tuvieron el mayor impacto radiológico a corto plazo; los del cesio, con sus períodos de semidesintegración del orden de decenas de años, tienen el mayor impacto radiológico a largo plazo.

Depósito del material. El material emitido a la atmósfera, tras una gran dispersión, se depositó finalmente en la superficie terrestre. Fue posible su medición prácticamente en todo el hemisferio septentrional.

La mayor parte del material se depositó en la región circundante del emplazamiento de la central con una amplia variación de la densidad del depósito.

## **DOSIS DE RADIACIÓN**

Las 200 000 personas que participaron en 1986-1987 en la "liquidación" de las consecuencias del accidente recibieron dosis medias del orden de los 100 mSv\*; alrededor del 10% recibió dosis del orden de los 250 mSv; un porcentaje pequeño recibió dosis de más de 500 mSv; en tanto es posible que varias decenas de personas que primero respondieron al accidente hayan recibido dosis potencialmente letales de unos pocos miles de millisieverts.

Las 116 000 personas que fueron evacuadas de la zona prohibida en 1986 ya habían quedado expuestas a las radiaciones. Menos del 10% había recibido dosis de más de 50 mSv, y menos del 5% dosis de más de 100 mSv. Los radioisótopos del yodo emitidos causaron una dosis de radiación a la glándula tiroides\*\*.

---

\* La magnitud denominada dosis de radiación es una medida de la energía que absorben los tejidos por unidad de masa de tejido, ponderada con respecto a la eficacia del tipo de radiación y la radiosensibilidad de los diversos tejidos del cuerpo. Su unidad es el sievert (Sv), con un submúltiplo, el millisievert (mSv) o una milésima de sievert. Como término de comparación, la dosis media de radiación anual mundial debida a la radiación natural de fondo es 2,4 mSv, con variaciones geográficas considerables. Por tanto, a lo largo de una vida tipo de 70 años, un individuo acumula una dosis media de  $2,4 \text{ mSv} \times 70 = 170 \text{ mSv}$  debida a la radiación natural de fondo.

\*\* Las dosis a órganos específicos suelen expresarse en grays (Gy). Para el tipo de radiación de que se trata aquí, a una dosis al tiroides equivalente (ponderada) de 1Sv. Una dosis de 1 Gy al tiroides corresponde a una dosis al tiroides equivalente (ponderada) de 1 Sv.

El yodo fue absorbido en el torrente sanguíneo, en general mediante la ingestión de alimentos, principalmente leche contaminada, así como por inhalación de la nube radioactiva inicial y se acumuló en la glándula tiroides. Se prevé que las dosis al tiroides serían particularmente elevadas en comparación con las que recibirían otros órganos del cuerpo, sobre todo en el caso de los niños.

El Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) evaluó las dosis a largo plazo a la población de diversos países del hemisferio septentrional a causa del accidente, incluidas las dosis medias en distintos países. El UNSCEAR estimó que las dosis individuales fuera de la antigua URSS resultantes del accidente fueron las siguientes: la dosis media nacional más elevada en el primer año fue de 0.8 mSv; la dosis comprometida media más elevada para la región de Europa en el período de 70 años que finaliza en el 2056 se estimó en 1.2 mSv. En el Proyecto Internacional de Chernobyl se estimó que las dosis comprometidas más elevadas para los 70 años a partir de 1986 hasta el 2056, en el caso de los habitantes de los territorios más contaminados, eran del orden de los 160 mSv. Estudios recientes más detallados han arrojado resultados similares.

#### **EFFECTOS EN LA SALUD A MÁS LARGO PLAZO**

Además del aumento de la incidencia del cáncer de tiroides en los jóvenes, en ciertos informes se señala un crecimiento de la incidencia de enfermedades malignas específicas en algunas poblaciones de territorios contaminados y en los liquidadores. Ahora bien, estos informes no son coherentes y los aumentos comunicados podrían reflejar diferencias en el seguimiento de las poblaciones expuestas y un mayor grado de detección tras el accidente de Chernobyl; posiblemente sea necesario seguir investigando.

La leucemia, enfermedad poco frecuente, es una de las principales causas de preocupación después de la exposición a las radiaciones. Según los modelos de predicción (basados en datos provenientes de los sobrevivientes de los bombardeos atómicos del Japón y otros), cabría esperar, en teoría, pocos casos mortales por leucemia radioinducida. El total previsto de muertes adicionales por leucemia sería del orden de los 470 entre los 7,1 millones de habitantes de territorios "contaminados" y "zonas de control estricto", número que sería imposible distinguir de la incidencia espontánea de alrededor de 25 000 muertes. Entre los 200 000 liquidadores (que trabajaron entre 1986 y 1987), el total previsto sería del orden de los 200 casos mortales frente a una incidencia espontánea de 800 muertes por leucemia. Con arreglo a los modelos actuales, se habría previsto que aproximadamente 150 de esos 200 casos más de muerte por leucemia entre los liquidadores hubiesen ocurrido en los primeros 10 años después de la exposición, período para el que la incidencia espontánea es de 40. En resumen, hasta la fecha no se ha detectado un aumento coherente atribuible en la tasa de leucemia ni en la incidencia de cualquier enfermedad maligna distinta del carcinoma de tiroides.

Aplicando los modelos de predicción, se calcula que el número de cánceres mortales causados por el accidente entre los 7,1 millones de habitantes de "territorios contaminados" y "zonas de control

estricto", será del orden de los 6600 en los próximos 85 años, frente a una incidencia espontánea de 870 000 muertes por cáncer. Como ya se ha indicado en el informe sobre el Proyecto Internacional de Chernobyl, sería difícil distinguir, incluso con estudios epidemiológicos a largo plazo, amplios y bien concebidos, aumentos futuros por encima de la incidencia natural de todos tipos de cáncer, salvo el de tiroides, o efectos hereditarios entre el público.

Se han notificado aumentos de la frecuencia en las poblaciones expuestas, y en articular entre los liquidadores, de cierto número de efectos no específicos perjudiciales para la salud, distintos del cáncer. Es difícil interpretar estas observaciones ya que el estado de salud de las poblaciones expuestas es objeto de un seguimiento mucho más intensivo y activo que el de la población en general. Todos estos aumentos, si son reales, también pueden reflejar los efectos del estrés y la ansiedad.

Se deben mejorar los registros existentes sobre cáncer y mortalidad basados en la población o, cuando proceda, se deben establecer tales registros. Además, se deben llevar a cabo estudios específicos para investigar los aumentos señalados en los informes y también los aumentos previstos, en particular los de leucemia entre los liquidadores. Esto se debe hacer usando protocolos cuidadosamente diseñados y aplicados de manera uniforme para analizar los factores causantes de confusión, y posiblemente distinguir sus efectos.

### **CONSECUENCIAS PSICOLÓGICAS**

Durante los últimos diez años se han realizado varios estudios y programas importantes para determinar los efectos sociales y psicológicos del accidente de Chernobyl. Estos estudios han confirmado las observaciones anteriores (entre ellas las del Proyecto Internacional de Chernobyl) de que existen importantes trastornos de la salud y síntomas de tipo psicológico en las poblaciones afectadas por dicho accidente, tales como ansiedad, depresión y diversas afecciones de psicósomáticas atribuibles a la angustia mental. Es extremadamente difícil distinguir los efectos psicológicos del accidente de Chernobyl de los efectos de las dificultades económicas y de la desintegración de la URSS.

Los efectos psicológicos del accidente de Chernobyl fueron resultado de la falta de información pública, en particular inmediatamente después del accidente, del estrés y el trauma debido al reasentamiento, de la ruptura de las relaciones sociales y del temor de que toda exposición a las radiaciones es perjudicial y puede causar daños en la salud de las personas y la de sus hijos en el futuro. Es comprensible que la gente a la que no se dijo la verdad durante varios años después del accidente continúe siendo escéptica a las declaraciones oficiales y creyendo que las enfermedades de todo tipo que ahora parecen más frecuentes se deben forzosamente a las radiaciones. La angustia causada por esta visión errónea de los riesgos radiológicos es sumamente perjudicial para la población.

La falta de consenso acerca de las consecuencias del accidente y la politización con que éstas se han abordado han producido en la población efectos psicológicos generalizados, graves y prolongados. Estas perniciosas secuelas incluyen sentimientos de desamparo y desesperación, que conducen al retraimiento social y a la pérdida de la esperanza en el futuro. Tales efectos son prolongados por el interminable debate sobre los riesgos radiológicos, las contramedidas y la política social en general, y también por la existencia del cáncer de tiroides atribuido a las exposiciones iniciales.

Existe la necesidad urgente de fomentar la confianza en la capacidad personal para introducir un cambio positivo en la vida de cada cual, fomentar proyectos en pequeña escala y de tipo comunitario para mejorar la situación local y respaldar a las organizaciones que promueven la rehabilitación de la población afectada, aumentar los conocimientos del público sobre los efectos de la radiación en la salud y sobre protección radiológica, así como desarrollar, integrar y mantener las redes existentes de autoridades locales, especialistas e investigadores en la esfera social y psicológica.

## **CONSECUENCIAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE**

En lo que respecta a las consecuencias directas sobre los animales y las plantas, las dosis de radiación llegaron a ser mortales para algunos ecosistemas locales radiosensibles, especialmente en las coníferas y algunos mamíferos pequeños, en un radio de 10 km desde el emplazamiento del reactor, en las primeras semanas después del accidente. En el otoño de 1986 las tasas de dosis se habían reducido a la centésima parte. En 1989, el medio ambiente natural de esas localidades habría comenzado a recuperarse. No se han observado efectos graves prolongados en la población o los ecosistemas. Está por estudiar la posibilidad de efectos genéticos de larga duración y su importancia.

En el caso de las poblaciones humanas, la importancia de la contaminación ambiental depende de las vías de exposición. Las vías principales son la irradiación externa causada por los materiales radiactivos depositados en el suelo y la irradiación interna debida a la contaminación de los alimentos. En las primeras semanas después del accidente los radionucleidos de mayor importancia radiológica fueron los del yodo. Desde 1987, la mayor parte de la dosis radiactiva recibida debido al cesio 134 y al cesio 137, con una pequeña contribución del estroncio 90, mientras el plutonio 29 ha hecho una contribución mínima a la dosis.

Varios artículos que forman parte de la dieta normal se contaminaron con materiales radiactivos. Poco después del accidente, alimentos básicos como la leche y las hortalizas presentaban niveles de contaminación superiores a los valores que hoy día considera aceptables la Comisión del Codex Alimentarius (OMS/FAO), fijados como niveles de contaminación máximos admisibles para los alimentos que son objeto de comercio internacional. (Estos niveles se establecen ahora globalmente en las Normas Básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación). Existen algunas interrogantes con respecto a la eficacia de las medidas de control que se adoptaron en las primeras fases siguientes al accidente.

Las contramedidas resultan relativamente ineficaces para reducir las exposiciones externas pero pueden tener gran efectividad para reducir la absorción de materiales radioactivos. A largo plazo, la aplicación adecuada de contramedidas en la agricultura puede reducir la absorción de cesio por los alimentos. La eficacia de las contramedidas depende de las condiciones locales tales como el tipo de suelo. Por ejemplo, en algunas localidades donde la cantidad de cesio depositado en el

suelo fue relativamente pequeña, la transferencia a la leche pudo, sin embargo, alcanzar valores altos. En general, ningún alimento producido en granjas colectivas sobrepasa actualmente los niveles del Codex Alimentarius OMS/FAO, aunque ocurre lo contrario con algunos de los artículos que producen los agricultores privados.

El medio ambiente seminatural, es decir con características intermedias entre las de las tierras dedicadas a la agricultura y las de los medios naturales, puede tener una influencia predominante en los niveles de las dosis futuras a la población humana. El factor de transferencia de los radionucleidos del suelo a la leche de las vacas que pastan en praderas varía en un intervalo de varios centenares según el tipo de suelo. Algunos productos alimenticios derivados de animales que pastan en prados seminaturales, bosques y zonas montañosas, así como los alimentos de origen silvestre continuarán mostrando niveles de cesio 137 que sobrepasen los del Codex Alimentarius -en algunos casos con gran diferencia- durante las próximas décadas y es probable que sean una causa principal de dosis internas en el futuro.

Las tasas de dosis locales debidas a los materiales radiactivos enterrados en el emplazamiento de Chernobyl pueden ser considerables. Además, para la gestión metódica de los depósitos provisionales de residuos radiactivos del accidente, se deberían estudiar las posibilidades de contaminación de las aguas subterráneas locales a largo plazo.

### **EFFECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS, INSTITUCIONALES Y POLÍTICOS**

Entre 1990 y el final de 1995 las autoridades decidieron seguir reasentando a la población de Ucrania (alrededor de 53 000 personas), Belarús (aproximadamente 107 000 personas) y la Federación de Rusia (unas 50 000 personas). La evacuación y el reasentamiento han creado varios problemas sociales graves vinculados a las dificultades y pruebas que supone la adaptación a nuevas condiciones de vida.

Los indicadores demográficos de las regiones "contaminadas" han empeorado: la tasa de natalidad ha descendido y la fuerza laboral emigra de las zonas "contaminadas" a las "no contaminadas", creando escasez de mano de obra y personal profesional.

Las medidas de control impuestas por las autoridades para limitar la exposición a las radiaciones en los territorios "contaminados" han limitado también las actividades industriales y agrícolas. Además, la actitud de la población en general hacia los productos provenientes de zonas "contaminadas" dificulta la venta o exportación de la producción con lo que disminuyen los ingresos a nivel local.

Las restricciones a las actividades habituales de la población hacen que la vida cotidiana sea difícil y angustiada. En los últimos años se han tomado medidas importantes de rehabilitación. Sin embargo, es necesario proporcionar al público más y mejor información sobre las disposiciones adoptadas para limitar las consecuencias del accidente, los actuales niveles de radiación y las concentraciones de radionucleidos medidas en los alimentos.

Las condiciones sociales y económicas de la población que vive y trabaja en los territorios "contaminados" dependen en gran medida de los subsidios públicos. Si hubiera que reconsiderar el sistema de indemnizaciones en vigor, algunos de los fondos se podrían canalizar hacia nuevos proyectos industriales y agrícolas.

Las consecuencias del accidente de Chernobyl y las medidas de respuesta adoptadas, agravadas por los cambios políticos, económicos y sociales de los últimos años, han originado un empeoramiento de la calidad de vida y la salud pública así como efectos desfavorables en la actividad social. La situación se complicó aún más en los años posteriores al accidente por la insuficiencia e inexactitud de la información pública sobre las consecuencias del siniestro y las medidas para su mitigación.

## **LA SEGURIDAD NUCLEAR Y EL SARCÓFAGO**

La causa principal del accidente de Chernobyl reside en la coincidencia de deficiencias graves en el diseño del reactor y el sistema de parada con la violación de los procedimientos de explotación. La inexistencia de una "cultura de la seguridad" en las organizaciones competentes de la Unión Soviética originó la incapacidad de remediar esos defectos de diseño, pese a que se conocían antes del accidente.

Además de estos factores directamente relacionados con las causas del accidente, el diseño original de las centrales dotadas de reactores RBMK (reactores soviéticos refrigerados por agua ligera y moderados por grafito) tenía otras deficiencias. En particular, el diseño original de la primera generación de reactores RBMK no alcanza los objetivos actuales de seguridad. También hay que dedicar más atención a las restantes deficiencias, como la de la contención parcial.

Según un enfoque dinámico en materia de seguridad, hay que mejorar debidamente o parar todas las centrales nucleares que no alcanzan un nivel de seguridad internacionalmente aceptable.

En septiembre de 1991, la Conferencia del OIEA sobre seguridad de la energía nucleoelectrica: Estrategia para el futuro, expresó su consenso de que las normas de seguridad de las centrales más antiguas en funcionamiento deberían cumplir razonablemente los objetivos actuales de seguridad para garantizar un nivel aceptable de seguridad de las instalaciones nucleares y promover la confianza del público en la energía nuclear sigue siendo de importancia primordial el empeño activo de alcanzar esa meta.

En los últimos diez años se ha adoptado un número considerable de medidas reparadoras para aumentar la seguridad nuclear de las centrales provistas de reactores RBMK: inmediatamente después del accidente de Chernobyl se tomaron medidas técnicas y de organización, realizándose también mejoras de la seguridad entre 1987 y 1991, las cuales pusieron fundamentalmente remedio a las deficiencias de diseño que contribuyeron al accidente. Asimismo se han realizado progresos en esferas tales como dirección de las centrales, capacitación de personal, ensayos no destructivos y análisis de la seguridad. Como resultado de ello, parece que ya no es prácticamente posible que se repita un accidente con el mismo escenario. Pese a ello, no puede descartarse la posibilidad de otros accidentes que originen emisiones considerables.

Existen planes para introducir en todas las centrales RBMK nuevas mejoras de la seguridad y subsanar las deficiencias de diseño de este tipo de reactor no directamente relacionadas con el accidente de Chernobyl. La ejecución de estos planes se está retrasando más de lo debido porque los países de que se trata carecen de los recursos necesarios.



La realización expedita de lo que se acordó que era necesario y ya se ha planificado reviste la máxima prioridad tanto para los programas nucleares nacionales como para la cooperación internacional: hay que introducir las mejoras de la seguridad necesarias independientemente de que se esté considerando una pronta clausura de las centrales; hay que dedicar más recursos a aumentar la seguridad de las centrales RBMK actualmente en funcionamiento; debe reforzarse la posición de las autoridades reguladoras nacionales y de sus organizaciones de apoyo.

Al igual que en otras unidades RBMK, también se realizaron en la central de Chernobyl readaptaciones a posteriori. Sin embargo, las inquietudes acerca de la seguridad de las unidades RBMK no sólo se deben a las deficiencias genéricas de diseño, sino también a la calidad del equipo.

La decisión de las autoridades ucranianas de cerrar las restantes unidades de Chernobyl no es motivo para desatender la necesidad de medidas y readaptaciones a posteriori para su seguridad durante el tiempo de funcionamiento que les queda.

### **EL SARCÓFAGO**

El sarcófago que se construyó alrededor del reactor destruido contiene actualmente unas 200 toneladas de combustible irradiado y no irradiado, mezcladas con otros materiales en formas diversas, principalmente en forma de polvo.

Se estima que la actividad total de estos materiales es de  $700 \times 10^{15}$  Bq de radionucleidos de período largo. Durante los últimos 10 años el sarcófago ha cumplido los objetivos establecidos con fines protectores. A largo plazo, sin embargo, su estabilidad y la calidad de su contención son dudosas. El desmoronamiento de la construcción podría originar una emisión de polvo radioactivo y la exposición del personal que trabaja en el emplazamiento a las radiaciones. Ahora bien, incluso en el peor de los casos, no cabría esperar efectos de gran extensión (en un radio de más de 30 km).

Se ha comprobado que el sarcófago es actualmente seguro desde el punto de vista de su fenómeno de criticidad. No puede descartarse completamente la existencia de configuraciones de masas de combustible dentro del sarcófago que pudieran alcanzar un estado crítico si entraran en contacto con agua. Sin embargo, incluso aunque un fenómeno de este tipo produjera niveles de radiación elevados dentro del sarcófago, no cabría esperar emisiones grandes fuera del emplazamiento. Es necesario aclarar los efectos que podría tener una situación de este tipo sobre el personal de emplazamiento.

Las opiniones difieren mucho sobre la importancia del riesgo de accidente en la Unidad 3 de Chernobyl a causa del desmoronamiento del sarcófago. Se requieren investigaciones más detalladas sobre este asunto.

La seguridad de las restantes unidades y la estabilidad del sarcófago no son las únicas cuestiones importantes que quedan por resolver en el emplazamiento de Chernobyl. Existen otras preocupaciones debidas a las posibilidades de contaminación, especialmente por el material radiactivo enterrado en el emplazamiento. Estas cuestiones están interrelacionadas, por lo que es preciso un enfoque integral para resolverlas. La propuesta de construir una segunda protección

por encima del sarcófago debería ser parte de dicho enfoque. Las actividades financiadas por la Comisión Europea en esta esfera han contribuido a lograr ese enfoque integral. Ahora es menester generalizarlo con un aprovechamiento más eficaz de los conocimientos técnicos de las organizaciones competentes de la antigua URSS. Para cerciorarse de la seguridad ecológica del sarcófago son necesarias actividades de investigación y desarrollo de un diseño adecuado.

Un procedimiento basado en consideraciones de costos-beneficios exige adaptar medidas apropiadas, en consonancia con el avance de los estudios y con la situación financiera. La primera medida debería ser la estabilización del sarcófago existente. Con ello se reduciría significativamente el riesgo de desmoronamiento y se ganaría el tiempo necesario para una cuidadosa planificación de otras medidas (como sería una segunda protección).

### **PERSPECTIVA Y PRONÓSTICO**

La rehabilitación plena de la zona prohibida no es posible actualmente debido a: la existencia de "puntos calientes" de contaminación radiactiva local de las aguas subterráneas; el riesgo derivado del posible desmoronamiento del sarcófago; y las estrictas restricciones impuestas al régimen de alimentación y al estilo de vida.

Toda estimación del número total de tipos de cáncer mortal y no mortal atribuibles al accidente debería interpretarse con precaución en vista de las incertidumbres inherentes a las suposiciones en que esa estimación debe basarse. Con todo, esas proyecciones ofrecen una perspectiva de la magnitud de los efectos a largo plazo y ayudan a precisar los temas que requieren atención especial, tanto ahora (por ejemplo, la incidencia de la leucemia entre los liquidadores y del cáncer de tiroides entre los niños residentes en zonas "contaminadas") como en el futuro.

Hay una gran discrepancia entre el número de casos de cáncer de tiroides que se manifiestan en los que eran niños en el momento del accidente y el número de casos de dicho cáncer pronosticado sobre la base de modelos estándar de dosimetría del tiroides y de proyección actual de los riesgos. Esta diferencia puede ser resultado de varios factores propios del accidente, no incorporados típicamente en los modelos estándar. Es importante aclarar estas cuestiones así como continuar los programas de detección de tumores tiroideos.

Lo más probable es que continúe, durante varios decenios, el aumento de la incidencia de cáncer de tiroides. Aunque no es posible predecirlo con certeza sobre la base de datos actuales, el número estimado de casos de cáncer de tiroides que cabría prever entre los que eran niños en 1986 es del orden de unos pocos miles. El número de casos mortales debería ser muy inferior a éste, si el cáncer se diagnostica precozmente y se aplica el tratamiento adecuado. Estas personas deben continuar siendo observadas cuidadosamente de por vida.

Pese a los amplios conocimientos científicos y médicos adquiridos sobre los efectos de las radiaciones, subsisten importantes interrogantes sobre esos efectos en la salud humana. Es necesario seguir impulsando las investigaciones de los efectos biológicos de las radiaciones.

Diferentes factores, como una situación económico difícil, están teniendo un pronunciado efecto

sobre la salud de la población en general, incluidos los diversos grupos expuestos a causa del accidente. Las estadísticas de las poblaciones expuestas se están examinando bajo el prisma del evidente aumento general de la morbilidad y la mortalidad en los países de la antigua Unión Soviética, al objeto de evitar la interpretación errónea de estas tendencias atribuyéndolas al accidente.

La forma en que la opinión pública percibe los efectos presentes y futuros del accidente quizás se haya exacerbado con las difíciles circunstancias socioeconómicas existentes entonces en la URSS, las contramedidas que las autoridades tomaron para reducir al mínimo las consecuencias del accidente y la impresión que causan en el público los riesgos derivados de los persistentes niveles de contaminación radiactiva.

La experiencia resultante de anteriores accidentes no relacionados con las radiaciones muestra que los efectos psicológicos pueden persistir largo tiempo. De hecho, diez años después del accidente de Chernobyl, la evolución de los síntomas no ha finalizado. Cabe esperar que la importancia de estos efectos disminuya con el tiempo. Sin embargo, el permanente debate sobre los riesgos radiológicos y las contramedidas, junto con el hecho de que ahora se están manifestando los efectos de las exposiciones iniciales (es decir, el aumento significativo del cáncer de tiroides entre los niños), puede prolongar los síntomas. Al evaluar los efectos psicológicos, deben considerarse las consecuencias psicológicas del desmembramiento de la URSS, y todo pronóstico que se haga debe tener en cuenta las circunstancias económicas, políticas y sociológicas de los tres países. Síntomas tales como la ansiedad vinculada al estrés mental pueden ser algunos de los principales legados del accidente.

En vista del bajo riesgo asociado a los niveles de radiación existentes en la mayoría de las zonas "contaminadas", las ventajas de los futuros esfuerzos por reducir aún más las dosis al público pesarian menos que los efectos negativos de índole económica, social y psicológica. Es importante elaborar una estrategia que tenga en cuenta tanto el riesgo radiológico real como las desventajas económicas, sociales y psicológicas con objeto de sacar el mayor beneficio neto en términos humanos. Además, deberían estudiarse medidas que mitiguen los efectos psicológicos.

**Agentes genotóxicos:** Partículas que pueden ocasionar daños al código genético de las células del organismo que puede conducir a mutaciones.

**Biomasa:** Masa total de los componentes biológicos de un ecosistema.

**Células fotovoltaicas:** células que generan energía eléctrica bajo la acción de un flujo luminoso.

**Combustible fósil:** Son derivados del petróleo.

**Cultivos energéticos:** ciertos árboles y plantas que se pueden cultivar para quemarlas y producir electricidad, por ejemplo la leña. También se conoce como biomasa.

**Desechos radioactivos:** material nuclear utilizada durante cierto tiempo y que al no tener ya energía suficiente se remueve.

**Efecto invernadero:** Cuando la Tierra se calienta por gases contaminantes, por ejemplo, el dióxido de carbono; no permite la salida del calor hacia el exterior.

**Efectos estocásticos:** efectos dados al azar.

**Efectos somáticos:** efectos corporales.

**Elementos radioactivos:** ciertos elementos químicos que emiten partículas atómicas y radiaciones electromagnéticas.

**Hidrocarburos:** Compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno únicamente.

**Isótopos:** elementos que poseen el mismo número atómico pero diferente amasa atómica.

**Isótopos radioactivos:** los elementos que se desintegran espontáneamente con emisión de radiaciones alfa, beta y gamma.

**Lixiviación:** operación mediante la cual, haciendo que un líquido atraviese una sustancia pulverizada, se logra extraer de ésta todos los principios que sean solubles en dicho líquido.

Milisievert: cantidad mínima de un sievert

Milirem: medida antigua para las dosis de radiación.

Nivel freático: es el nivel de las aguas acumuladas en el subsuelo.

Uranio enriquecido: tiene suficiente cantidad de electrones disponibles para seguir reaccionando.

Uranio empobrecido: no tiene cantidad suficiente de carga eléctrica para reaccionar.

Radiación: Emisión de ondas o corpúsculos materiales por parte de un afuente. Se divide en cósmica, sincrotrónica, electromagnética, infrarroja, monocromática, solar, térmica y ultravioleta.

Radiactividad natural: Es la radiación que existe en la naturaleza.

Radiactividad artificial: se consigue bombardeando elementos neutros con protones, partículas alfa, neutrones o deutrones, mediante el uso de aparatos para la desintegración atómica.

Radionucleido: forma de sustancias radioactivas

Sievert: sistema de medida actual para las dosis de radiación.

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFIA

### ✓ LIBROS

1. Abud Osuna, Javier

El Organismo Internacional de Energía Atómica: Actividades y Relaciones con México

UNAM

Relaciones Internacionales

FCPyS

1987

2. Mertín, Charles-Noel

Promesas y amenazas de la energía nuclear

Ed. Barcelona

España

1992

3. Tocino Biscarolasaga, Isabel

Riesgo y Daño de las Centrales Nucleares

Sección de Publicaciones de la J.E.N

Madrid

1975

4. De Pablos, Tomas

Régimen Jurídico de la Energía Atómica

Ed. Depalma

Buenos Aires

1963

5. Rojas, José Antonio

Desarrollo Nuclear en México

Ed. UNAM

México

1989

6. Coben, Bernard L.  
La Energía Nuclear  
Ed. Siglo XXI  
México  
1993

7. International Conference 8-12 april 1996: One decade after Chernobyl, Summing up the Consequences of the Accident  
Ed. OIEA  
Austria  
1996

8. Secretaría de Energía (SE)  
Evaluación de la Seguridad de la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde: informe anual 1995  
Ed. CNSNyS  
México  
1998

9. Cardona, Salvador  
El Derecho Nuclear en México  
México  
1980

10. Comisión Federal de Electricidad  
Del Fuego a la Energía  
Ed. CFE  
México  
1996

11. Vélez Ocoón, Carlos  
Cincuenta años de energía nuclear en México: 1945-1995  
Ed. UNAM  
México  
1997



12. Sindicato Unico de Trabajadores de la Industria Nuclear (SUTIN)  
Reglamento de Seguridad Radiológica para el ININ  
Ed. ININ  
México  
1988

13. Reglamento General de Seguridad Radiológica  
Ed. CNSNyS  
México  
1988

14. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares  
Ed. ININ  
México  
1995

15. Organismo Internacional de Energía Atómica  
Seguridad Radiológica  
Austria  
Ed. OIEA  
1991

16. Grupo de Trabajo sobre Política de Combustibles Nucleares, Consejo Atlántico de Estados Unidos.  
La Energía Nuclear y la Proliferación de Armas Nucleares  
Ed. Noema  
Estados Unidos  
1979

17. Organismo Internacional de Energía Atómica  
Procedimientos de Protección Radiológica  
Ed. OIEA  
Austria  
1994

19. Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear  
Principios Básicos de Seguridad para Centrales Nucleares

Ed. OIEA

Austria

1989

20. Enciclopedia Autodidáctica Océano Color

Vol. 4

Ed. Océano

México

1994

1. Yearbook of the United Nations:

Vol. 40

Ed. UN

1986

22. Yearbook of the United Nations

Vol. 41

Ed. UN

1987

23. Yearbook of the United Nations

Vol. 42

Ed.. UN

1988

24. Yearbook of the United Nations

Vol. 43

Ed. UN

1989

25. Yearbook of the United Nations

Vol. 44

Ed. UN

1990

26. Yearbook of the United Nations

Vol. 45  
Ed. UN  
1991

27. Yearbook of the United Nations

Vol. 46  
Ed. UN  
1992

✓ *REVISTAS*

1. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, Agencia de Energía Nuclear  
Boletín OIEA  
Ed. OCDE  
Junio 1998

2. Zamora Guillermo  
Laguna Verde: Peligro Latente  
Proceso # 1199  
24 de octubre de 1999  
De. Esfuerzo S.A.  
México

3. Organismo Internacional de Energía Atómica  
Boletín OIEA  
Ed. OIEA  
Austria  
1er trimestre 1999

4. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), Agencia de Energía Nuclear (AEN)  
Slovak Republic: Action the Peaceful Use of Nuclear Energy  
Ed. OCDE  
Austria  
1998

5. Off-site contamination and radiation exposures from the Three Mile Island accident  
Foro Atómico Industrial  
Washington, D.C  
1979

6. Considerations of the Functions and role of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations (UNSCEAR)  
OIEA  
Resolución A/RES/52/55  
Austria  
1998

✓ **DOCUMENTOS**

1. Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en Materia de Energía Nuclear de 1985
2. Ley de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 1975
3. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente de 1996
4. Reglamento de Seguridad Radiológica de 1988
5. Reglamento para Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de 1993
6. Texto Unificado de la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, Enmendada por el Protocolo del 12 de Septiembre de 1997
7. Protocolo de Enmienda de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares
8. Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares.
9. Convención sobre Financiamiento Suplementario de 1997
10. Protocolo Facultativo sobre Jurisdicción Obligatoria para la Solución de Controversias, de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares de 1997
11. Convención de París de 1960 sobre la Responsabilidad Civil en Materia de Energía Nuclear
12. Convención de Bruselas de Financiamiento Suplementario de 1982

✓ **INTERNET**

*1. Fuente: International Atomic Energy Agency*

[Http://www.iaea.org/worldatom/thisweek/preview/chemobyl/concls17.html](http://www.iaea.org/worldatom/thisweek/preview/chemobyl/concls17.html)

[Http://www.iaea.org/ns/rasanet/conventions/index/htm](http://www.iaea.org/ns/rasanet/conventions/index/htm)

[Http://www.iaea.org/worldatom/glance/facts](http://www.iaea.org/worldatom/glance/facts)

[Http://www.iaea.org/worldatom/glance/profile](http://www.iaea.org/worldatom/glance/profile)

[Http://www.iaea.org/worldatom/program/protection/](http://www.iaea.org/worldatom/program/protection/)

[Http://www.iaea.org/worldatom/program/protection/inf225rev4\\_categ.html](http://www.iaea.org/worldatom/program/protection/inf225rev4_categ.html)

[Http://www.iaea.org/worldatom/documents/legal/liability.html](http://www.iaea.org/worldatom/documents/legal/liability.html)

[Http://www.iaea.org/worldatom/inforesource/bolletín/bull373/rames.html](http://www.iaea.org/worldatom/inforesource/bolletín/bull373/rames.html)

*2. Fuente: Agencia de Energía Nuclear*

[Http://www.nea.fr/html/nea/fiveren.html/](http://www.nea.fr/html/nea/fiveren.html/)

[Http://www.sciam.com/0496issue/0496shcherback.html](http://www.sciam.com/0496issue/0496shcherback.html)

[Http://www.ecn.cz/private/c10/east.html/](http://www.ecn.cz/private/c10/east.html/)

[Http://www.uic.com.au/nip16.html/](http://www.uic.com.au/nip16.html/)

*3. Fuente: Comisión Federal de Electricidad*

[Http://www.cfe.gob.mx/git/infohist.html/](http://www.cfe.gob.mx/git/infohist.html/)

[Http://www.cfe.gob.mx/git](http://www.cfe.gob.mx/git)

[Http://www.cfe.gob.mx/git/informist.html/](http://www.cfe.gob.mx/git/informist.html/)

[Http://www.cfe.gob.mx/lagver/reactor.htm/](http://www.cfe.gob.mx/lagver/reactor.htm/)

[Http://www.cfe.gob.mx/subdis/rural.html](http://www.cfe.gob.mx/subdis/rural.html)