



25
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

FALLA DE ORIGEN

"SEGURO Y REASEGURO DE
RIESGOS NUCLEARES"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

A C T U A R I O

P R E S E N T A :

GEMA LETICIA GALVAN OCHOA

México, D. F.

Septiembre, 1991



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 está 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.

I N D I C E

OBJETO DE LA TESIS

	<u>CAPITULO 1</u>	1
	<u>GENERALIDADES SOBRE LOS RIESGOS</u>	1
1.1	INTRODUCCION	1
1.2	DEFINICION DE RIESGO	2
1.3	CLASIFICACION DE RIESGO	2
1.4	TECNICAS PARA HACER FRENTE A LOS RIESGOS	6
	<u>CAPITULO 2</u>	9
	<u>RIESGOS VINCULADOS A LAS ACTIVIDADES NUCLEARES</u>	9
2.1	LA ENERGIA Y SU RELACION CON EL DESARROLLO DE LA VIDA HUMANA	9
2.2	FUENTES NATURALES Y FORMAS DE ENERGIA	10
2.3	ACTIVIDADES NUCLEARES	12
	<u>CAPITULO 3</u>	19
	<u>CENTRALES NUCLEARES EN EL MUNDO</u>	19
3.1	CONCEPTO GENERAL DE UNA CENTRAL NUCLEOELECTRICA	19
3.2	TIPOS DE CENTRALES NUCLEARES	22
3.3	CENTRALES NUCLEARES EN EL MUNDO. REACTORES NUCLEARES EN EE.UU.	23
3.4	PLANTAS NUCLEARES EN MEXICO - "LAGUNA VERDE"	36
3.5	ALGUNAS APLICACIONES DE LA ENERGIA NUCLEAR GENERADA POR REACTORES	46
	<u>CAPITULO 4</u>	49
	<u>COBERTURAS DE LOS RIESGOS NUCLEARES</u>	49
4.1	COBERTURA DE INCENDIO	51
4.2	COBERTURA DE PROPIEDAD DE MONTAJE	52
4.3	SEGURO CONTRA ROTURA DE MAQUINARIA	53
4.4	SEGURO DE PERDIDA EN BENEFICIOS COMO CONSECUENCIA DE ROTURA DE MAQUINARIA	56
4.5	SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	57
4.6	SEGURO DE TRANSPORTE	60
	<u>CAPITULO 5</u>	61
	<u>POOLS - LEGISLACIONES Y CONVENIOS</u>	61
5.1	POOLS	61
5.2	LEGISLACIONES Y CONVENIOS	67

CAPITULO 6 79

6.1	<u>SEGURO Y REASEGURO DE LOS RIESGOS NUCLEARES</u>	79
	SEGURO - DATOS GENERALES	79
6.2	TARIFICACION	84
6.3	REASEGURO	89

CAPITULO 7 93

SINIESTROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL EN PLANTAS NUCLEARES 93

CONCLUSIONES 96

BIBLIOGRAFIA 98

OBJETO DE LA TESIS

El seguro y reaseguro de plantas nucleares me ha despertado un interés particular durante la carrera del Actuario.

En México no se conoce mucho sobre los diferentes aspectos de este tipo de riesgos, que hoy se están acrecentando en el país, debido a que la Planta de Laguna Verde ya entró en operación y, en particular, teniendo conocimiento de que en México hay una reserva probable de uranio de 10,600 toneladas (más otro 30% completamente probada) suficiente para abastecer a la Planta de Laguna Verde.

La tesis se desarrolla en siete capítulos.

En el primero se dan noticias sobre los riesgos.

En el segundo y tercero se detallan los riesgos propios de la actividad nuclear y consecuentemente las centrales nucleares en el mundo.

En el cuarto se habla de las coberturas específicas para otorgarse en el caso de las plantas nucleares.

En el quinto se dedica a pools, y su relación internacional sobre riesgos nucleares.

En el sexto y séptimo capítulos, se habla sobre los procedimientos a seguir para asegurar y reasegurar los riesgos nucleares, así mismo, se muestra una lista de reclamaciones por Responsabilidad Civil en Plantas Nucleares.

CAPITULO 1

GENERALIDADES SOBRE LOS RIESGOS

1.1. INTRODUCCION

El riesgo es universal, es conocido que "todas las cosas son susceptibles de riesgo", está presente en todo lo que nos rodea así como en nuestras vidas, es inherente al hecho de ser.

Con el objeto de aminorar las consecuencias que puede traer consigo, el hombre, a través de la historia, constantemente ha tratado de controlar la incertidumbre y reducir el riesgo; los avances y progresos de la humanidad han hecho que a través del tiempo se reduzca la probabilidad del riesgo.

La organización de las personas en tribus, el descubrimiento y control del fuego, la domesticación de los animales, y la evolución de la agricultura, son ejemplo de que se puede reducir el riesgo.

La incertidumbre y la ocurrencia de un suceso siempre ha existido y existirá; esto es el elemento "riesgo" y el medio creado por la sociedad para transformar un riesgo de magnitud desconocida en un factor conocido es el seguro.

1.2 DEFINICION DE RIESGO.

Existen muchas definiciones acerca del término "riesgo", he aquí algunas:

- . Riesgo es "la incertidumbre medible";
- . Riesgo es "la combinación de peligros medibles por la probabilidad de ocurrencia";
- . Riesgo es "la exposición a una eventualidad que puede resultars económicamente desfavorable",
- . Riesgo es "todo aquello que puede impedir o interferir el cumplimiento de un objetivo"

En el campo del seguro y reaseguro en su sentido concreto, se utiliza para indicar la cosa material objeto del seguro, tales como: el hombre, un complejo industrial, un edificio, un avión, etc., ya que el seguro se basa en la existencia del riesgo y se da precisamente a aquellos bienes que están expuestos a sufrir pérdida por lo que no hay seguro sin riesgo y riesgo sin azar.

1.3 CLASIFICACION DEL RIESGO.

Existen diferentes formas de clasificar los riesgos; en el presente análisis haremos la distribución desde el punto de vista causal y desde el punto de vista afectación, así como de la posibilidad de medición y, por último, los riesgos generados por su origen.

Desde el punto de vista causal los riesgos se dividen en:

- a) puros o estáticos y
- b) especulativos o dinámicos

a) Riesgo puro. Es aquel que, de ocurrir, solamente ocasiona pérdidas, por ejemplo la muerte, las enfermedades, los incendios, los fenómenos meteorológicos, los robos, las roturas, etc.

El riesgo puro no lo crea ni lo desea el ser humano, pero está latente en sus actividades, de aquí que también se le denomine riesgo estático.

b) Riesgo especulativo. Es aquel que el ser humano crea voluntariamente, con la esperanza de obtener un beneficio; por ejemplo una operación comercial, un programa de producción, un lanzamiento de un nuevo producto, el juego de azar, etc.

El riesgo especulativo, como se indica, sí es creado voluntariamente por el ser humano en tiempo, en lugar y en magnitud, de ello que se le denomine "riesgo dinámico".

Por su afectación, los riesgos pueden ser:

- a) personales
- b) materiales y
- c) patrimoniales

Con sustancial en el riesgo es el interés "asegurable" que puede definirse como aquella especial situación del asegurado respecto a un determinado bien que lo hace susceptible de sufrir un daño antes de producirse el evento.

Para que exista el seguro es necesario que alguien tenga interés en ser resarcido de las consecuencias económicas de un presunto daño; se asegura de este interés y no de un bien en sí mismo.

a) Riesgos personales. Son aquellos que afectan la integridad física de las personas, como son: la muerte, las enfermedades, las incapacidades, las pérdidas orgánicas, etc.

b) Riesgos materiales. Son los que afectan a un bien material y se refieren a daños directos a las propiedades (incendios, robo, rotura, etc.); ó indirectos, cuando la pérdida se presenta por un daño consecuencial (pérdida de rentas, pérdida de utilidades, etc.)

c) Riesgos patrimoniales. Son los que sin afectar a una persona directamente, sí afectan su patrimonio, por el riesgo de Responsabilidad Civil por obligaciones frente a terceros (responsabilidades civiles, responsabilidades contractuales, responsabilidades patronales, etc.)

Partiendo de la posibilidad de medición, los riesgos se clasifican en :

- a) Objetivos y
- b) Subjetivos.

a) Riesgos objetivos son aquellos que pueden ser medidos, se les define como la relación entre la pérdida real y la pérdida probable y se les identifica como "la incertidumbre mensurable".

b) Riesgos subjetivos son los que se generan o se ponderan por la incertidumbre psicológica que provoca la actitud o estado del individuo y que se llama también "la incertidumbre no mensurable".

Finalmente, los riesgos generados por su origen, se clasifican en :

- a) Físicos y
- b) Morales

a) Riesgos físicos son los que se derivan de las características físicas de un objeto o de una persona.

b) Riesgos morales son los que se crean por la actitud mental del sujeto como pueden ser la indiferencia, el deseo de ocurrencia y hasta la intención.

Los riesgos morales son característicos de personas deshonestas o indiferentes y deben ser rechazadas en cualquier sistema de protección.

1.4 TECNICAS PARA HACER FRENTE A LOS RIESGOS.

Una vez identificado el tipo de riesgo, existen alternativas para hacerle frente. El objeto principal de elegir una o varias alternativas, es reducir la incertidumbre o posibilidad de pérdida; naturalmente que esa reducción de incertidumbre no quiere decir que la probabilidad de pérdida sea eliminada por completo.

A continuación se enumeran algunas alternativas a las que se hace referencia.

Eliminación: Aunque en la práctica casi siempre resulta imposible eliminar totalmente un riesgo, en ciertas ocasiones es posible lograrlo y, ésto puede ocurrir con el simple hecho de no producirlo; debe tomarse en cuenta esta primera medida de solución. En muchos casos la eliminación de un riesgo puede resultar sumamente costosa.

Prevenir: Método que se da mediante el incremento de conocimiento por parte del individuo expuesto. Por ejemplo, un constructor debe:

- .- Seleccionar la mejor situación de una propiedad.
- .- Construir más sólido.
- .- Conocer sobre materiales de construcción.

Como otros ejemplos de lo anterior, se pueden mencionar construcciones resistentes al fuego, diseños antisísmicos, sistemas de protecciones contra incendio, separación de áreas de fuego, instalaciones eléctricas adecuadas, etc.

Aceptar: Aunque se reconoce la posibilidad de sufrir un daño o pérdida, no se tiene acción positiva alguna para eliminar o reducir la posibilidad, corriendo por su cuenta la suerte de soportar la pérdida en caso de ocurrir ésta.

Transferir: Se refiere a la cesión del riesgo a otra economía; desde luego a cambio de un costo. La transferencia o cesión generalmente se realiza a través de contratos o convenios.

Algunos teóricos incluyen al seguro como "transferencia del riesgo"

Retención. La retención del riesgo por la propia economía, debe hacerse sobre bases firmes y debidamente analizadas, obviamente no puede asumirse que este método no tiene costo, ya que resulta muy peligroso que esta medida se lleve a cabo sin un buen análisis, pero por otra parte, es altamente recomendable. Asimismo, al asumirse o retener riesgos que se

caracterizan por una alta frecuencia de siniestros, deberá considerarse que sean de bajos volúmenes económicos. Sobre este principio se basa la teoría de la "Administración de Riesgo"

Repartir. Es una medida muy eficaz, y casi siempre disponible para dar soluciones a los efectos económicamente desfavorables del riesgo en el reparto del mismo a través de la institución del SEGURO, apoyada por el instrumento del REASEGURO.

Igualmente se puede considerar como un mecanismo de reparto del riesgo, parecido en algunos aspectos al contrato de FIANZA.

Enseguida se describen aquellos requisitos que un riesgo debe tener para ser considerado "ASEGURABLE"

.- Que el número de bienes o personas sea lo suficientemente grande y homogéneo para que se pueda producir la pérdida promedio. En otras palabras, a través de la "Ley de los grandes números" y de grupos homogéneos de riesgos, la posibilidad de pérdida debe estar sujeta a una estimación.

.- La pérdida para el asegurador debe ser fortuita, inesperada e impredecible en tiempo y lugar.

.- La pérdida cuando ocurra, debe poder determinarse en términos de valor monetario.

CAPITULO 2

RIESGOS VINCULADOS A LAS ACTIVIDADES NUCLEARES

2.1 LA ENERGIA Y SU RELACION CON EL DESARROLLO DE LA VIDA HUMANA.

La definición más breve y común de qué es la energía, "es todo aquello capaz de producir o realizar algún trabajo, lo cual se puede reducir a una relación física".

El desarrollo del ser humano siempre ha estado indisolublemente ligado 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 una 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, dió un fuerte impulso a la navegación, al comercio y al intercambio de ideas.

El empleo de la energía cinética de las corrientes de agua, gracias a la rueda hidráulica, libró al hombre de cantidad de tareas que requerían gran esfuerzo físico y dió lugar a la creación de los primeros talleres y fábricas.

La invención de la máquina de vapor propició la transición del trabajo artesanal a la producción masiva.

Asimismo, los enormes avances contemporáneos han sido posibles, fundamentalmente, debido al uso de la energía eléctrica, al aprovechamiento del petróleo y mas recientemente al empleo de la ENERGIA NUCLEAR.

2.2 FUENTES NATURALES Y FORMAS DE ENERGIA.

La energía solar es la fuente mas importante con que cuenta el ser humano; en unos cuantos días se agotarían todas nuestras reservas si todos los combustibles disponibles se quemaran para proporcionar el calor que diariamente recibe la tierra.

Le siguen en orden de importancia como fuentes de energía térmica, los hidrocarburos y el carbón, los cuales son productos de la energía solar.

A pesar de que el carbón fue el primer energético empleado por el hombre, el petróleo y el gas se encuentran en vías de desaparecer, debido a su explotación exhaustiva.

Energía térmica. La más moderna fuente de energía térmica es el núcleo del átomo. A principios de este siglo Albert Einstein postuló que "todo el universo es energía"; que "la energía y la materia son la misma cosa" y que "entre ambas existe una relación definida que puede expresarse en la fórmula $E=mc^2$ " (en donde E=la energía; m a la masa y c a la velocidad de la luz).

Un numeroso y selecto grupo de hombres de ciencia llevó a cabo los experimentos que culminaron con la fisión o ruptura de los núcleos de átomos de Uranio 235.

Energía mecánica. La energía mecánica es aquella que poseen los cuerpos en movimiento.

Su fuente natural por excelencia es la fuerza de gravedad o atracción terrestre, que hace que cualquier objeto colocado por encima de cierto nivel de referencia, posea energía mecánica potencial, que se manifiesta en el momento de soltar el objeto mediante el movimiento del mismo.

El hombre ha aprovechado este fenómeno desde hace siglos, deteniendo en represas las corrientes de agua que acumulan energía. El agua, así almacenada es posteriormente elevada y conducida hacia las aspas de una rueda; la corriente hace girar la rueda y se obtiene así energía mecánica utilizable. El mar es una fuente importante de energía mecánica. El movimiento de las aguas es consecuencia de la fuerza de la gravedad cuando se producen las mareas y del viento cuando se trata de oleaje.

Energía eléctrica. La energía eléctrica también proviene de la naturaleza y sus manifestaciones más espectaculares y comunes son las descargas atmosféricas conocidas como rayos. Desafortunadamente no es posible aprovechar éstos como fuente natural y es necesario emplear ciertos dispositivos para producirla a partir de otras fuentes.

2.3 ACTIVIDADES NUCLEARES.

Hace no menos de cincuenta años los científicos del mundo desarrollado, se han dedicado a estudiar y analizar el ATOMO y, en consecuencia, los beneficios de la ENERGIA ATOMICA. Se dice que ésta puede llevar a la humanidad a una destrucción total, claro es que este pensamiento sigue vigente, ya que uno de los primeros usos que se le dió a la energía atómica fue el bélico pero a través del aprovechamiento adecuado de

la fisión nuclear para fines pacíficos, como por ejemplo en la medicina y en la agricultura, esto traería como consecuencia una gran ayuda para labrar un mejor futuro con menos inquietudes y necesidades en el mundo.

Buena parte de la energía -en forma de calor- empleada para la calefacción de nuestros hogares, explotación de fábricas y producción de electricidad, se obtiene por la combustión de gas, petróleo o carbón.

Desde la última guerra mundial una nueva fuente de calor se ha hecho patente, la ENERGIA NUCLEAR.

Aquí no hay realmente combustión, sino que la energía es liberada por la desintegración de núcleos de átomos de Uranio o Plutonio. Dentro de este nuevo método de obtención de energía atómica o nuclear y el método convencional por combustión, existen ciertas diferencias, pero lo más relevante en este proceso de fisión nuclear es que se pueden obtener grandes cantidades de energía comparadas con las cantidades tan pequeñas de materia empleadas. Teóricamente, la fisión de todos los átomos de una tonelada de Uranio puede liberar tanta energía como la combustión de tres millones de toneladas de carbón.

Actualmente, esta nueva tecnología del átomo no ha progresado lo bastante como para lograr una producción total de energía. Sin embargo, se ha demostrado que en las

centrales nucleares que han entrado en funcionamiento, una tonelada de Uranio proporciona tanto calor como la combustión de 10,000 toneladas de carbón.

Atomo: tiene orígenes griegos (α = privativo y $\tau\omicron\mu\omicron$ - corte, es decir indivisible). La cultura griega y romana admitían los dos puntos fundamentales:

- a) cada cuerpo sería integrado por partículas mucho muy pequeñas e indivisibles: los átomos,
- b) toda la materia se originaba de una o más substancias primitivas y elementales.

Las teorías modernas demostraron que el átomo no es indivisible, sino que tiene un núcleo y una corteza.

Según Rutherford (1911) cada átomo está constituido por un núcleo central, cuya carga es positiva, alrededor del cual existen los "electrones" corpúsculos cargados en electricidad negativa, los que ruedan alrededor del núcleo como los planetas alrededor del sol.

Sin entrar en detalles sobre estas teorías, diremos que se conocen más de cien tipos de átomos, los cuales se encuentran en forma natural en la tierra.

Cada uno de los átomos comprendidos en estas mas de cien especies, llamados "elementos químicos" tienen un nombre diferente, por ejemplo: Hidrógeno, Oxígeno, Hierro, Azufre, etc. La gran mayoría de los elementos que encontramos todos los días, como el azúcar, madera, agua o lana, son una descomposición completa de muchos átomos unidos entre sí.

Estos átomos son muy pequeños, midiendo aproximadamente una cienmilionésima de pulgada de diámetro.

Uranio: el Uranio es el tipo de átomo mas pesado que se ha encontrado en la tierra y es inestable.

Quando un átomo de Uranio es bombardeado por una partícula sub-atómica llamada neutrón, aquel se puede desintegrar en dos átomos mas pequeños. Durante el proceso de desintegración, se genera una gran cantidad de calor y dos o mas neutrones liberados.

Estos neutrones se pueden emplear para la desintegración posterior de átomos de Uranio y liberación de más calor y más neutrones, los cuales a su vez desintegrarán más átomos de Uranio y así sucesivamente.

Así pues, la desintegración de átomos en millones y millones de átomos por segundo, la obtención de calor a escala comercial útil, es un proceso a gran escala que solo se puede llevar a cabo en un REACTOR NUCLEAR.

Hoy en día mas de un centenar de reactores están en actividad en el mundo. La experiencia de operación de las plantas nucleares, ha demostrado que los daños radiactivos se presentan tanto en la operación normal, como a consecuencia de accidentes cada vez mas severos.

Riesgos nucleares. Como primer punto debemos entender que el estudio de un riesgo nuclear nos lleva a la investigación de daños nuevos, únicos y excepcionales.

Este tipo de riesgos son nuevos por ser consecuencia de una ciencia nueva, aún no nos podemos percatar de cuales serian las graves consecuencias, ya que provienen de una ciencia que origina un nuevo estudio, la energía nuclear, en la que todavía existen muchas cosas desconocidas, como por ejemplo los daños y perjuicios que pudieran originarse. Este tipo de daños pueden ser: de un accidente atómico; los efectos de un accidente nuclear dependen, en realidad:

- a) del tipo y tamaño del reactor,
- b) del diseño auxiliar del equipo de la planta,
- c) del plan de protección y
- d) de su situación geográfica.

Un ejemplo de accidente de un reactor pudiera ser que el interior contuviera gran cantidad de productos de fisión. Se

presentara una demora en la marcha de un poro o detención y la reacción nuclear pudiera escapar al control mientras que la producción de energía aumentara con el correspondiente ascenso de temperatura de combustible. En poco tiempo el combustible y el vaporizado originaría reacciones químicas en el interior del reactor, lo que produciría la formación de productos gaseosos y como resultado provocarían una explosión, haciendo estallar la estructura del reactor.

Como consecuencia, escaparían al interior productos de fisión radiactiva.

La amplitud del daño sería:

.- Como primera pérdida el reactor se destruiría por completo, y por tanto tendría que ser reconstruido en su totalidad.

.- Como segunda pérdida, la muerte o incapacidad de aquellas personas que se encontraran trabajando en o próximos al lugar de la explosión.

.- Asimismo, la emisión de sustancias radiactivas al medio ambiente obligarían a se hiciera una evacuación forzada de quienes vivan dentro de un radio de de 30 kilómetros a la redonda del reactor accidentado.

Es decir, los efectos de un accidente nuclear se manifiestan a muchos kilómetros de distancia del reactor averiado y sus consecuencia se transmiten muchos años hacia adelante por los mecanismos alterados de la herencia, y porque la actividad de los materiales radiactivos dura miles de años.

Después de imaginar una catástrofe nuclear, podemos entrar mas en detalle en el ramo de DAÑOS A PERSONAS. Asimismo, por ser riesgos nuevos también deberá abordarse el tema de RESPONSABILIDAD CIVIL y la forma de cubrir daños excepcionales en la industria del SEGURO, como son daños a personas, al medio ambiente, al mismo reactor nuclear, etc.

- - -

CAPITULO 3

CENTRALES NUCLEARES EN EL MUNDO

3.1 CONCEPTO GENERAL DE UNA CENTRAL NUCLEOELECTRICA.

Una nucleoelectrica es una central termica de producción de electricidad.

En esencia funciona igual a las plantas que emplean carbón combustóleo o gas, es decir, la conversión de calor en energía eléctrica es similar. Esta conversión se realiza en tres etapas. En la primera, la energía del combustible se utiliza para producir vapor a elevada presión y temperatura. En la segunda, la energía de vapor se transforma en movimiento de una turbina. En la tercera, el giro del eje de la turbina se transmite a un generador que produce energía eléctrica.

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

Las centrales nucleares tienen un reactor nuclear, que equivale a la caldera de las centrales convencionales. El reactivo no tiene sistemas de inyección continua de combustibles y en él no se necesita un dispositivo de eliminación continua de residuos sólidos.

Un reactor nuclear consta de tres elementos esenciales: el combustible, el moderador y el fluido refrigerante.

Combustible: Aun cuando dentro de los reactores no se efectúa ninguna combustión en el sentido real de la palabra, se denomina combustible por analogía, al material cuyos núcleos se fusionan al bombardearse con una fuente de neutrones para obtener calor.

En un reactor puede emplearse como combustible Uranio natural, en el cual el isótopo U238 representa el 99.3% y el isótopo U235 tan solo el 0.7%; o bien, Uranio enriquecido, en el que la proporción de U235 aumenta aproximadamente hasta el 3%.

Existen otros materiales fusionables que pueden usarse como combustibles. Estos son el Plutonio 239 y el Uranio 233 que se producen artificialmente a partir de Uranio 238 y del Bario 232, respectivamente.

Moderador: Los neutrones que se generan como consecuencia de la fusión de los núcleos de U235 tienen al emitirse velocidades de aproximadamente 20,000 km/s. Para que estos neutrones puedan a su vez fusionar a otros núcleos de U235 de una manera eficiente y prosiga la reacción en cadena, se

debe disminuir su velocidad hasta 2 km/s aproximadamente; proceso que se conoce como termalización de los neutrones. Esto se logra intercalando alguna sustancia cuyos átomos se encargan de frenar a los neutrones, por medio de choques, provocando que estos últimos pierdan velocidad. Dicha sustancia se denomina moderador.

Entre los moderadores más comunes se puede citar el agua, el grafito y el agua pesada; esta última es un líquido semejante al agua natural, pero en lugar de tener moléculas formadas por átomos de hidrógeno, está constituido por átomos de un isótopo de dicho elemento, llamado deuterio, cuya masa es prácticamente el doble de la del hidrógeno, ya que mientras el núcleo del hidrógeno consta tan solo de un protón, el del deuterio está formado por un protón y un neutrón.

Refrigerante: La gran cantidad de calor que se genera en el reactor a consecuencia de la reacción nuclear, debe ser extraída para producir el vapor que se requiere en la generación de energía eléctrica y, al mismo tiempo, mantener lo suficientemente baja la temperatura de los distintos elementos que se encuentran en su interior para que éstos no sufran ningún deterioro. Esto se consigue mediante la acción de un fluido que se conoce como refrigerante y que puede ser un gas como el Bióxido de Carbono (CO_2) o el Helio, o algún líquido como el agua, el agua pesada o el sodio fundido.

Las diferentes combinaciones entre combustibles moderadores y refrigerantes dan lugar a los diversos tipos de reactores.

3.2. TIPOS DE CENTRALES NUCLEARES.

Las centrales nucleoelectricas pueden ser de varios tipos, dependiendo de las características del reactor. Es decir, de las características del combustible moderador y fluido refrigerante que utilizan.

Comercialmente los tres tipos de centrales más comunes son:

a) Reactor de agua pesada a presión (Pressurized Heavy Water Reactor-PHWR o CANDU).

La principal característica de este reactor desarrollado en Canadá y conocido también como CANDU, consiste en que utiliza Uranio natural como combustible y agua pesada como moderador y enfriador. A diciembre de 1985 habian 24 unidades en operación con un total de 13 mil MW.

b) Reactor de agua a presión (Pressurized Water Reactor - PWR)

Este tipo de reactores utiliza como combustible Uranio enriquecido y agua a presión como moderador y refrigerante.

A diciembre de 1985 habían 182 unidades en operación con un total de 148 mil MW.

c) Reactor de agua hirviente. (Boiling Water Reactor BWR)- Se asemeja mucho al reactor de agua a presión, ya que también utiliza agua natural como moderador y enfriador y Uranio enriquecido como combustible. También se llaman centrales de agua en ebullición. A diciembre de 1985 habían 77 unidades en operación, con un total de 61 mil MW.

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

3.3 CENTRALES NUCLEARES EN EL MUNDO. REACTORES NUCLEARES EN EE.UU.

No fue hasta el año de 1939 cuando Hahn y Strassman descubrieron la fisión nuclear y dieron lugar al desarrollo de la energía atómica. Verdaderamente el auge inició hasta tres años después, cuando Enrico Fermi demostró que no solo era factible obtener una reacción de fisión en cadena automantenida, sino que aún más importante, ésta podía regularse.

La operación del primer reactor nuclear se puso en marcha el día 2 de diciembre del año 1942 a las 3:25 de la tarde en un laboratorio provisional instalado bajo las gradas

occidentales del Estadio Stagg de la Universidad de Chicago. En comparación con los reactores modernos, este primer modelo era sumamente rudo, pues consistía sólo en un montaje rústico de lingotes de Uranio y bloques de Grafito de unos 24 1/2 pies (7.5 metros) de alto. Ya que el método de construcción consistió simplemente en colocar bloques de Grafito sobre lingotes de Uranio sistemáticamente arreglados, se le dió el nombre de "pila atómica" al montaje original. El nombre ahora preferido es "reactor nuclear". Centenares de reactores se han puesto en operación en los EE.UU. después del experimento de Stagg Field.

En verdad puede decirse que hay un gran número de diseños básicamente diferentes y cabida para muchos más.

La tecnología es tan variada que constantemente requiere de reevaluación frecuente, estimulándose aún más su desarrollo.

En EE.UU. existen diferentes usos de reactores, como por ejemplo:

Reactores de producción: Trece reactores hay ya construidos dedicados a la producción de Plutonio y otro está actualmente en construcción.

Estas plantas están instaladas en dos centros de producción de la USAEC, en el centro de "Hanford" en la vecindad Richland, Estado de Washington, EE.UU. y en la Savannah River Plant, Aiken, Carolina del Sur, EE.UU.

Los reactores de la instalación de Hanford utilizan grafito como moderador y agua ordinaria como refrigerante. Consisten éstos esencialmente en una estructura de grafito tan grande como un edificio común y perforada sistemáticamente por tubería para la circulación del refrigerante y para la inserción de elementos combustibles. Los reactores de la instalación de Savannah River, son unidades del tipo de depósito y utilizan agua pesada como moderador y también como refrigerante.

El calor generado por los reactores que se usan en la producción de Plutonio es de temperaturas muy bajas para poderse utilizar económicamente. Sin embargo, el nuevo reactor de producción que se construye actualmente funcionará a temperaturas mas elevadas y estará provisto de mecanismos para convertir el calor en electricidad como producto secundario.

.- Reactores para la generación de energía eléctrica. En las plantas eléctricas convencionales el combustible fósil (carbón, petróleo o gas natural) se quema en una caldera, y el calor resultante se utiliza para mover la turbina generadora y así producir electricidad. En una planta generadora atómica, un reactor nuclear provee el calor; el reactor, por lo tanto, reemplaza la caldera convencional.

Ya para mediados de la presente década, casi un millón y medio de kilovoltios de energía eléctrica se están generando en los EE.UU. Esta capacidad es bastante considerable, pues puede compararse con la del proyecto hidroeléctrico mas grande, o bien con la capacidad del Estado de Connecticut o con la generada en Dinamarca. El hecho es que la energía atómica está todavía en su comienzo de investigación y desarrollo.

Para sufragar los gastos del desarrollo de una planta nuclear, desde que se concibe la idea hasta que el proyecto pueda funcionar, se necesitan muchos millones de dólares y miles de horas de trabajo. En el programa de los EE.UU. varios conceptos sobre reactores de potencia han pasado ya la etapa de demostración; otros están en esta etapa y aún otros están en su desarrollo inicial.

El gobierno sufraga la mayoría del costo de investigación y fomento y la industria provee en la gran mayoría del capital invertido. El objeto es desarrollar plantas nucleares que puedan competir económicamente con las plantas atómicas convencionales. Así mismo se espera que a medida que la energía atómica se vaya produciendo a un nivel competitivo, ésto ayude a estabilizar el costo de la energía eléctrica en aquellas regiones de la nación donde el costo del combustible fósil es elevado. También la habilidad de

utilizar combustible atómico ayudará considerablemente a reforzar el abastecimiento de energía futura.

Es asombroso que con solamente un cinco por ciento de la población mundial, se produzca y consuma mas de una tercera parte de la electricidad producida en el mundo entero. Igual de extraordinario es también el hecho que, de acuerdo con las estadísticas y tomando en cuenta todas las fuentes de energía, se consuman en los próximos veinte años tanto combustible como el que han consumido durante toda su historia.

Las reservas de combustibles atómicos son mucho más grandes en comparación, se calcula que son mas de diez veces mayor que las reservas de combustibles fósiles, en una proporción mayor de diez a uno.

Cabe advertir que solamente una quinta parte de la electricidad generada se produce en regiones donde el costo de combustible fósil es alto y todavía pasará tiempo para conseguir que la energía atómica se produzca a nivel competitivo con la producida convencionalmente.

.- Reactores abastecedores de calor para procesos industriales. Los reactores nucleares son de interés como dispositivos para la producción de calor para usos directos. Hay aplicaciones de calor a baja temperatura y aplicaciones de calor a temperaturas elevadas. En las aplicaciones a baja

temperatura, puede incluirse la producción de vapor a baja presión con temperatura hasta los 400°F, el cual se utiliza en varios procesos de manufactura, por ejemplo para secar, evaporar, destilar, etc., o para calefacción de edificios.

En las temperaturas elevadas pueden incluirse procesos químicos, como por ejemplo la gasificación de carbón, para lo cual se utilizan temperaturas de 1500 a 3000°F.

De acuerdo con estudios efectuados, tardará algún tiempo antes de que en esta clase de reactores pueda producirse vapor en forma suficientemente económica, para sustituir las calderas a baja presión actualmente en servicio. No obstante, en casos donde hay demanda continua de cantidades considerables de vapor y a su vez demanda de electricidad, hay posibilidad de que en el futuro inmediato puedan utilizarse reactores de doble servicio; en este caso para vapor y para energía eléctrica.

CENTRALES NUCLEARES EN ALEMANIA

En la República Federal Alemana hubo que esperar hasta el año de 1955 para poder reanudar los trabajos científicos en pro del aprovechamiento de la energía nuclear para fines pacíficos. Ya antes de ese año se había renunciado voluntariamente y de manera expresa al desarrollo y a la

producción de armas nucleares. Con vistas a poder conseguir cuanto antes tomar parte activa en el progreso que ya iba lográndose en el extranjero, en los centros de investigación alemanes, acabados de crear entonces, y al mismo tiempo también en los laboratorios industriales se dió comienzo a los trabajos a realizar de acuerdo con un amplio programa de investigación y desarrollo, basado principalmente en informaciones o bien en licencias.

Al construir reactores nucleares de agua normal de eficacia probada en la práctica, la industria alemana consiguió reunir las experiencias necesarias en la construcción y explotación de estas plantas de producción de energía. Los reactores nucleares en cuestión fueron construidos de acuerdo con lo previsto en un programa estatal establecido para el fomento de las centrales nucleares para demostraciones. Los costos de producción de energía eléctrica de las tres centrales nucleares para demostraciones enclavadas en Gundremmingen, Lingen y Obrigheim se aproximan casi a las correspondientes a las centrales térmicas equiparables alimentadas a base de Helió. En cambio, los gastos en las dos primeras centrales nucleares gigantes de reactor de agua normal a explotar con fines puramente comerciales, emplazadas en Wurgassen y Stade, serían muy inferiores a las ocasionadas en las centrales nucleares. Junto con la construcción de reactores nucleares de agua normal de eficacia comprobada ya en la

práctica, en la República Federal de Alemania se trabaja constantemente en la tarea de desarrollar también nuevas concepciones propias de reactores nucleares.

El desarrollo de reactores nucleares de agua pesada, reactores de alta temperatura refrigerados por gas y de reactores reproductores rápidos seguirán, determinando en los próximos años en la República Federal Alemana, el panorama estructural de la alteración de corriente eléctrica a través de la energía nuclear. Ya que se siguen construyendo y actualizando los reactores de alta temperatura refrigerados por gas, así como también por reactores reproductores de neutrones rápidos.

La industria técnico-nuclear de Alemania pudo apuntarse su primer triunfo en el terreno de la exportación al conseguir que se le encomendase realizar el proyecto de construcción y montaje de la central nuclear de Atucha en Argentina.

Es así como en la construcción de reactores para generar corriente eléctrica se encuentra en primer plano el programa alemán. Apoyada por los estados federales "Lander" de Alemania, fomentan el desarrollo de la construcción de reactores nucleares para la navegación marítima.

La estrecha cooperación internacional sostenida con los Estados Unidos de Norteamérica y dentro de la Comunidad

Europea de Energía Atómica (EURATOM) ha surtido un efecto positivo en el desarrollo y en el progreso de la técnica nuclear en la República Federal de Alemania.

Actualmente existen aproximadamente mas de 20 Centrales Nucleares en Alemania.

CENTRALES NUCLEARES EN EL REINO UNIDO.

Actualmente el Reino Unido produce más electricidad a partir de la energía atómica que todo el resto del mundo en conjunto. La industria británica construyó las primeras centrales electronucleares que generarían energía más económicamente que las consumidoras de carbón o petróleo.

La central electronuclear británica de Caldy Hall, fue la primera instalación electroatómica en proporcionar con regularidad, en escala comercial, energía eléctrica para consumo doméstico e industrial.

Hasta ahora, no solamente ha producido mas electricidad a partir de la energía nuclear que todo el resto del mundo en conjunto, sino que, cuenta con un mayor programa para la construcción de centrales nucleoenergéticas que cualquier país. Se han construido mas de diez centrales, las cuales se encuentran destinadas exclusivamente a la generación de energía eléctrica para consumo civil. Dichas instalaciones se

han desarrollado a partir del sistema de Caldy Hall que ha dado lugar a la evolución del actual reactor de tipo Magnavox refrigerado por gas, y abarca actualmente la más potente central electronuclear del mundo.

Un rasgo característico de las centrales electronucleares es que emplean el grafito como moderador (sustancia que sirve para desacelerar los neutrones procedentes de la fisión de los átomos de Uranio, de suerte que puedan generar calor) el cual debe tener un grado de pureza jamás logrado en otra industria.

Una considerable proporción de las investigaciones indispensables a la obtención de grafito de la calidad requerida, y a interpretación de sus reacciones en presencia de las condiciones térmicas y radiactivas existentes en el interior de un reactor, ha sido emprendida por firmas industriales, bajo la orientación general de la Comisión de Energía Atómica del Reino Unido y la Junta Central Generadora de Electricidad (Central Electricity Geratin Board).

El éxito logrado en lo que hace a dichas investigaciones sobre el grafito ha sido uno de los factores indispensables al satisfactorio desarrollo del reactor avanzado refrigerado por gas (Advanced Gas-Cooled Reactor, o AGR). Después de ofrecerse en licitación abierta conjuntamente con los

mejores tipos de reactores americanos, el reactor AGR fue escogido como fuente térmica para la central "B" de Durgeness, la primera central nucleoenergética comprendida en el segundo programa británico de energía electronuclear, programa destinado a aumentar en mas de 8000 megavatios de energía de fuente nuclear los 5000 megavatios procedentes de las primeras nueve centrales, y el coste de la energía generada por el AGR será inferior en un 10% por lo menos a la que producirán las mas modernas centrales consumidoras de carbón o petróleo.

La industria británica ha exportado ya centrales nucleares de tipo anterior a América Latina (instalación que funciona satisfactoriamente y que, según se informa, proporciona un rendimiento superior al previsto, con menos gastos, en lo que hace al combustible) y al Japón . Se confió a la Fairey Engineering Company, vinculada al consorcio que tuvo a su cargo la construcción de la primera central del tipo AGR, un pedido que abarcó la exportación a las autoridades suizas de un reactor nuclear experimental.

Entre las futuras posibilidades de la energía nuclear, figura el reactor reproductor rápido (Fast Breeden Reactor), el cual es capaz de producir mas combustible que el que se consume. La Comisión de Energía Atómica considera que el reactor rápido de su propiedad, montado en Dounreay, en el extremo septentrional de Escocia, le sitúa técnicamente a la

vanguardia de todo el mundo en lo que hace a este campo de desarrollo.

Así mismo, el gobierno británico aprobó la inversión de 30 millones de libras en la construcción, en un solar contiguo a la instalación de Dounreay, de una central eléctrica prototipo sobre la base de empleo del reactor reproductor rápido. Dicha central es la primera de su tipo en el mundo en emplear, en calidad de fuente térmica, un reactor reproductor.

Uno de los mayores papeles que en el futuro desempeñarán probablemente, las grandes centrales electrónicas, consistirá en la producción combinada de energía eléctrica y agua dulce. No es solamente en los grandes desiertos del mundo en que falta el agua: los países industriales, como el Reino Unido y los Estados Unidos, vislumbraron también una escasez de agua. La solución más viable estriba en transformar el agua del mar en agua dulce, para satisfacer las necesidades de la agricultura, la industria y el consumo humano.

Un importante programa destinado a perfeccionar aún más esta técnica, ha sido lanzado por el Ministerio Británico de Tecnología, en colaboración con la Comisión de Energía Atómica y la empresa Weif Westgarth, mayor productora del mundo de planta desalinadora.

CENTRALES NUCLEARES EN FRANCIA.

Francia es el país más nuclearizado del mundo. Francia posee el programa nucleoelectrico más completo del mundo y en 1987 generó el 70% de su electricidad por este medio.

Sin embargo, en 1990 habrá llegado al 75% de generación por medios nucleares y no considera conveniente ir más lejos, a fin de no depender excesivamente de una sola fuente energética.

En diciembre de 1987, Francia que tiene un área de 547 mil km². y una población de 54 millones de habitantes, contaba con 53 unidades nucleares en operación y 10 más en construcción, que representan una capacidad conjunta de 62 mil 500 megawatts.

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 km². y 51 millones de habitantes respectivamente.

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

En diciembre de 1986, Francia conectó a la red eléctrica, a plena potencia, el reactor rápido de cria mas potente del mundo. El Super-Phénix, de 1200 megawatts eléctricos, que utiliza Plutonio como combustible.

3.4. PLANTAS NUCLEARES EN MEXICO - "LAGUNA VERDE"

SITUACION ACTUAL DE LA GENERACION DE ENERGIA EN MEXICO.

El 75% de la energía total consumida por México, procede de centrales hidroeléctricas y termoeléctricas. Estas se abastecen actualmente para su producción de energía de recursos no renovables como carbón no coquizable y petróleo.

Esto amplia el problema del suministro, ya que en la medida en que éstos disminuyen, la capacidad de producción se ve limitada. Al mismo tiempo estos recursos son necesarios para impulsar otras ramas productivas; la siderurgia en el caso del carbón y la petroquímica en el del petróleo. La gran

demanda de energía ha obligado a buscar alternativas de producción que complemente el suministro actual.

En la búsqueda de nuevas opciones se ha recurrido al uso de otras fuentes productoras de energía, como la geotérmica, cuyas reservas probadas, en 1986, ascendían a 1,26 millones de KW. Otra alternativa es el Uranio, recurso utilizado a nivel mundial para la generación de energía eléctrica.

Las reservas probadas de Uranio en México son de 14,600 toneladas, de las cuales 10,600 son económicamente explotables. Cabe mencionar que la exploración del territorio mexicano en busca de este recurso ha cubierto solamente una pequeña parte de su superficie, por lo que es muy probable que las reservas se incrementen significativamente al extenderse los trabajos de exploración.

De las investigaciones realizadas, se desprende que estas nuevas fuentes de energía no alcanzarán a satisfacer ni el 1% de las necesidades de energía del país, para el año 2000.

Ahora bien, a fines de 1987 México contaba con una capacidad de generación de energía eléctrica de poco más de 23 millones de KW y la producción bruta nacional en ese año fue de poco más de 96 TWh.

Tomando en cuenta la necesidad de desarrollo económico del país para enfrentar el crecimiento de la población y el incremento en niveles de vida, debe esperarse un aumento sostenido de la demanda eléctrica durante varias décadas, con tasas anuales comprendidas entre el 4% y el 8%, según sean las tasas de crecimiento esperadas para el producto interno bruto y la población en las próximas décadas.

La demanda bruta nacional de electricidad que habrá en el año 2010, puede estar comprendida entre los 237 y 564 TWh, según sea la tasa promedio de crecimiento entre 1987 y ese año.

Suponiendo que fuera posible desarrollar la hidroelectricidad, la geotermia y el carbón nacional a los ritmos máximos, en conjunto aportarían cuando mucho un total de 136 TWh para el año 2010. Entonces, aunque se diera la tasa baja del 4% anual, aún habría un déficit de 101 TWh y las fuentes primarias dominantes para la generación de electricidad durante las dos o tres décadas siguientes seguirían siendo los hidrocarburos, a menos que se opte por otras alternativas. Las únicas dos disponibles son carbón importado y la nuclear.

El carbón es el recurso energético convencional más abundante en la tierra, sin embargo, constituye una

mercancía especial porque solo es posible adquirirla mediante contratos de precio variable.

Basar el desarrollo eléctrico en hidrocarburos es claramente inconveniente por las limitaciones en la producción nacional de gas y combustible. Basarlo en carbón importado es técnicamente posible pero muy arriesgado.

Queda la alternativa nuclear, que mediante un programa bien definido con centrales estandarizadas, permite no solo relevar a los hidrocarburos en la generación de electricidad, sino también crear la industria nacional de componentes y del ciclo de combustible nuclear.

Con objeto de aprovechar en forma más racional los recursos no renovables y destinarlos a fines más productivos, se decidió construir una central nucleoelectrica en "Laguna Verde", Veracruz, que fuera abastecida con Uranio de importación.

En la construcción de dicha nucleoelectrica se contempla el aprovechamiento de centrales existentes y la construcción de otras, todo ello encaminado a cubrir en un futuro próximo las necesidades de energía.

CENTRAL NUCLEOELECTRICA "LAGUNA VERDE"

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde se localiza en el municipio de Alto Lucero, a 70 kilómetros al noroeste del puerto de Veracruz y a 290 al oriente del Distrito Federal.

Consta de dos unidades con capacidad de 650 mil kilowatts cada una.

Están equipadas con reactores que operan con uranio enriquecido como combustible y agua en ebullición como moderador y refrigerante.

La zona donde se ubica la Central se eligió con base a sus características geológicas y sísmológicas; que se determinaron a través de una serie de estudios realizados por especialistas de la Comisión Federal de Electricidad, el Instituto Nacional de Geofísica y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México; también se contó con el apoyo de consultores internacionales del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Para el diseño se utilizaron las normas técnicas vigentes en Estados Unidos.

La Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde (la cuarta en América Latina), una vez que opere al 100% de su capacidad, ofrecerá muchos beneficios para el desarrollo de nuestro país. Si bien es cierto que su funcionamiento se ha

demorado, se debe en parte a que la central contará con eficaces sistemas de seguridad.

Por la seguridad que ofrece en su operación y porque México cuenta con la infraestructura técnica y humana para su óptimo funcionamiento, en la actualidad las plantas nucleoelectricas representan la mejor opción para responder a la presente y futura demanda de energía eléctrica.

Actualmente en nuestro país la demanda de energía eléctrica se incrementa en un 11% anual y con la energía nuclear se reducen notablemente los costos que implica la generación de electricidad. Por la experiencia de otros países, se sabe que las plantas nucleoelectricas son mas rentables que cualquier otro sistema generador de electricidad, de ahí que en el mundo actualmente existan 255 centrales del tipo de Laguna Verde, la mayoría de las cuales son administradas por compañías privadas. Laguna Verde, en primera instancia, contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica y en sí misma constituye el inicio hacia la diversificación de los energéticos primarios en México. La nucleoelectricidad se introduce como una fuente alternativa muy importante, debido a su potencial energético demostrado a nivel mundial.

Gracias a Laguna Verde, existe una serie de industrias que han aprendido a hacer productos para uso nuclear. De este modo se ha producido varilla, cemento, equipos especiales

(motores, combinadores de calor) y otros componentes alternos de alta calidad nuclear, todos ellos hechos en México y destinados a la central nucleoelectrónica. Se cuenta con un buen número de técnicos adiestrados por la Comisión Federal de Electricidad, capaces de construir, operar y dar mantenimiento a una planta nuclear.

Asimismo, se han logrado notables avances en el aprovechamiento de la energía nuclear con fines pacíficos. A este punto deben mencionarse los métodos desarrollados para la esterilización de equipo médico. Lo anterior permite que no dependamos de otras naciones en este campo y exportemos material quirúrgico esterilizado por procedimientos nucleares.

Otra de las aplicaciones de la energía nuclear llevadas a cabo en México se enfoca a la agricultura con el propósito de elevar los niveles cualitativos y cuantitativos de la producción alimentaria, exterminando plagas que afectan a los cultivos, como por ejemplo el gusano barrenador.

Un tema debatido entre la población es el que una falla de la central ocasione un accidente de graves consecuencias, debido al material radiactivo con que trabaja. Si bien es cierto que un accidente en una central de esta magnitud ocasionaría problemas, éstos no alcanzarían el nivel que la gente les atribuye, ya que la construcción y diseño de estas

obras se realizó de acuerdo con una serie de normas de seguridad para evitar cualquier posible falla.

El mayor riesgo en las centrales nucleoelectricas es la emision del material radiactivo que se produce durante la fisión del Uranio; para evitar esto, los reactores cuentan con barras de control que consisten en pantallas de materiales absorbentes que capturan neutrones; el elemento mas utilizado en ellas es el Carburo de Boro. El método consiste en intercalar entre los ensambles del combustible estas barras, que capturan neutrones evitando las fisiones e inhiben la reaccion radiactiva.

El margen de seguridad con que se diseñó la Central de Laguna Verde se basó en Accidente Base de Diseño, esto es, se construyó tomando en cuenta todas las circunstancias adversas que pudieran presentarse y aumentándolas al máximo.

Dentro del diseño del reactor se han establecido varias dispositivos de seguridad que operan en casos de emergencia, entre los que se encuentran: el soram, que se encarga de detener la reaccion de fisión mediante la intruducción de barras de control en el núcleo; otro dispositivo se encarga de mantener el nucleo refrigerado. En condiciones normales esta tarea la desempeña el sistema de agua de alimentación, que está constituida por dos áreas independientes, cada una de las cuales posee el 50% del flujo total necesario para

mantener refrigerado el núcleo, en condiciones de máxima generación térmica.

En caso de que este sistema fallara se cuenta con varios Sistemas de Enfriamiento de Emergencia del Núcleo (ECCS), que mantiene al núcleo refrigerado e impide que alcance temperaturas superiores a 1500°C, ya que de alcanzarse este nivel se fusionarían las barras de combustible.

Los ECCS comprenden tres sistemas: el de aspersión del núcleo a alta presión, el de baja presión y el inyector de refrigerante a baja presión. Cada uno de ellos actúa en forma independiente y poseen capacidad de mantener refrigerado el núcleo, aunque las posibilidades de fallas simultáneas en estos dispositivos son mínimas.

Un problema presente de las centrales nucleoelectricas es la producción de desechos radiactivos, los que requieren de un manejo cuidadoso a fin de evitar la contaminación del ambiente.

Estos residuos son sólidos, líquidos y gaseoso y pueden presentar una intensidad radiactiva alta, media o baja; su vida media puede ser larga, mediana o corta.

Para manejar los desechos radiactivos se han establecido en Laguna Verde una serie de instalaciones para su contención y

tratamiento; entre ellos están las albercas de decaimiento en las que se almacenan los residuos el tiempo suficiente para que su actividad disminuya. Las albercas constituyen un almacén temporal, ya que en ellas se concentran los desechos mientras éstos pierden su intensidad radiactiva y se encuentra un lugar mas apropiado para guardarlos permanentemente.

Los residuos que requieren un mayor cuidado en su tratamiento son los ensambles de combustible del reactor, ya que son los que presentan una intensidad radiactiva mayor.

Una vez extraídos, estos se almacenan temporalmente en las albercas, donde permanecen un tiempo promedio de 18 meses, lapso en el cual la intensidad radiactiva disminuye en un 95%

Para alejar definitivamente los residuos, se han propuesto algunas opciones; la primera consiste en construir un cementerio subterráneo en el que se depositen los ensambles de combustible previamente almacenados en contenedores. La segunda opción es almacenar los residuos en contenedores y colocarlos en un depósito provisional en el que puedan permanecer durante 30 o 40 años y posteriormente trasladarlos al cementerio. Esta opción ofrece varias ventajas de caracter económico que la convierten en una solución viable.

Una tercera solución es reprocesar el combustible gastado, lo cual permitiría recuperar parte del Uranio y el Plutonio, que podrían utilizarse para fabricar más combustible para los reactores; esta opción reduciría el volumen de los residuos radioactivos; lo cual simplificaría las normas de control y disminuiría los costos en la construcción del depósito definitivo.

3.5 ALGUNAS APLICACIONES DE LA ENERGIA NUCLEAR GENERADA POR REACTORES.

La generación de energía nuclear para fines comerciales es posible en la actualidad de una manera económica, usando neutrones para dividir los núcleos de elementos pesados como Uranio y Plutonio.

Y el proceso se desarrolla en un reactor. La energía producida en el reactor forma la fisión nuclear que se presenta en dos formas:

- como calor
- como radiación

El calor generado en un reactor generalmente se convierte, por medio de un ciclo termodinámico, en trabajo mecánico el cual puede ser utilizado para generar electricidad o para propulsar barcos.

El calor puede ser también usado en forma directa para generar vapor en la industria química.

A su vez, la radiación producida en un reactor puede usarse para fines industriales, por ejemplo para producir materiales; para investigaciones biomédicas y para la producción de radio-isótopos.

La razón de la aplicación, para usos industriales, tanto del "calor" así como de la "radiación", estriba en lo siguiente:

.- Calor 1) En el caso de generación de electricidad, su costo es relativamente bajo en comparación con otros medios.

2) Para propulsión de barcos es interesante el hecho que no se necesita reabastecimiento de combustible (como ocurre con los convencionales) durante largos recorridos.

.- Radiación: 3) En lo relacionado con pruebas o ensayos de materiales, la razón es el bajo costo al sumarse altas dosis de radiación.

4) Para investigaciones biomédicas, se recurre al Radio, pero es muy costoso y no se encuentra en cantidades suficientes; las radiaciones cumplen con su cometido y están a disposición del usuario.

5) La producción de radio-isótopo encuentra la aplicación en diferentes campos de la industria.

Resulta, por lo tanto, que las plantas nucleares son de primaria importancia para la industria aseguradora y, según las características técnico-económicas de las mismas, se presentan los problemas de cubrir los riesgos que de las mismas se originan antes de que entren en función (período de construcción y una vez que hayan entrado en operación).

CAPITULO 4

COBERTURA DE LOS RIESGOS NUCLEARES.

Es conocido que el origen del seguro nuclear es " cubrir la responsabilidad del operador de una planta nuclear ". Sin embargo, hay capitales invertidos en la construcción de la misma planta (edificios, maquinaria, etc.) los cuales necesitan ser protegidos en caso de un accidente que pueda originar incendio y daños considerables a las instalaciones. Por lo tanto, la industria aseguradora se prepara para ofrecer las coberturas correspondientes a los riesgos que puedan afectar a las instalaciones antes y durante la fase de operación de la planta.

Las coberturas pueden resumirse en los siguientes cuadros:

CUADRO I.

COBERTURA DEL SEGURO DE DAÑOS PROPIOS

RIESGOS NUCLEARES RIESGOS CONVENCIONALES RIESGOS OPCIONALES

Aumento accidental de energía	Incendio Rayo Daños por humo	Daños eléctricos Fenóm. naturales extraordinarios
Variación de potencia del reactor	Explosión o implosión Tempestad, granizo o nieve	Terrorismo y actos mal intencionados, huelgas
Contaminación radiactiva	Caída de aeronaves Ondas sónicas	Bienes a terceros Gastos de reposición de archivos
Gastos de descontaminación	Inundación, torrente subida de las aguas Derrame o escape accidental de instalaciones automáticas de extinción de incendios.	Impacto de vehículos móviles o grúas. Averías de maquinaria.

Se trata, por tanto, de un "paquete de coberturas" las que hasta la fecha han sido aprovechadas positivamente en caso de siniestro a alguna instalación nuclear.

EARI. Cabe recordar que el tipo de póliza que se otorga se denomina EARI* (Erection All Risk Insurance) -a primer riesgo-, la cual funciona de una manera convencional, como aparece en la segunda columna del CUADRO I, pero empieza a cubrir riesgos nucleares a partir del momento en que el reactor se carga con el Uranio; durante el período de prueba para su entrega al operador y después.

Consecuentemente hay riesgos convencionales como montaje, rotura de maquinaria antes y durante la operación y, también en este caso, se otorgan las coberturas correspondientes. Como se dijo con anterioridad, la cobertura del R.C. (Responsabilidad Civil) es básica y, a continuación se presenta el CUADRO II, con las coberturas relacionadas a R.C.

* En una póliza a primer riesgo el asegurador se obliga a responder por la totalidad de un siniestro dentro de los límites de la Suma Asegurada.

CUADRO II

COBERTURA DEL SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

RIESGOS NUCLEARES	RIESGOS CONVENCIONALES	RIESGOS OPCIONALES
Responsabilidad del explotador conforme a la Ley, con los límites delimitados anteriormente	R.C.Extracontractual regulada en Arts. 1902 y siguientes del Código Civil Español	Costes y gastos judiciales R.C. Patronal
Otras exclusiones:	Indemnización a per-judicados	R.C. Cruzada
. Contaminación gradual	Pago de costos judiciales	Interés
. Reclamaciones y o defectos de mantenimiento	Constitución de fianzas	Fianzas
. Cualquier otra responsabilidad a asegurar obligatoriamente como autos	Exclusión de los riesgos normales en estos seguros	
. Daños a la propia institución		

A continuación damos un breve desglose de las diferentes coberturas de que hablan los CUADROS I y II.

4.1 COBERTURA DE INCENDIO.

Un incendio de grandes magnitudes en una central nuclear que destruyese partes radiactivas de la misma, tendría como consecuencia pérdidas mas elevadas que en el caso de haber ocurrido este incendio en una central convencional de energía, y existiría una gran posibilidad de que mayor radiactividad fuera puesta en libertad. Por lo tanto, los costes de descontaminación son por lo general un porcentaje establecido del valor actual de la instalación.

En una central nuclear no existe una clara separación local de los riesgos nucleares y convencionales.

La existencia de un elevado potencial de energía nuclear en el reactor hace que en caso de ocurrir un siniestro en grandes dimensiones en una zona nuclear no sea posible distinguir daños nucleares de daños convencionales.

Un fuego dentro del edificio del reactor no se podrá propagar a las salas de máquinas y edificios auxiliares, ya que éste está construido contra sobrepresión y a prueba de recalentamiento.

Es fundamental que el seguro abarque la instalación completa (principio de seguro total de una unidad de explotación)

Desde que se adoptó este principio, dentro de los riesgos nucleares se incluyen las partes nucleares de la instalación, por lo que los riesgos ocasionados especialmente por contaminación pueden ser considerados en la parte convencional de la instalación.

4.2 COBERTURA DE PROPIEDAD DE MONTAJE.

A partir del momento en que se comienza a almacenar el combustible nuclear y cuando se inicia el proceso de cargar el reactor con combustible, aparece propiamente el Riesgo

Nuclear

Surgen considerables complicaciones, ya que se tendría que reparar un daño en algún componente de la instalación, el cual y debido a las características de la misma, está expuesto a radioactividad; dicha complicación está prevista en la cobertura de SEGURO DE MONTAJE.

Entonces podemos decir que las cosas a asegurar dentro de esta primera cobertura serían todas las partes componentes de la instalación, tan pronto como sean recibidas en el lugar del montaje.

Dentro de la póliza de montaje, normalmente se excluyen coberturas de incendio y riesgo nuclear, ya que estas coberturas se incluyen dentro del Pool Atómico, que analizaremos mas adelante.

Así que la cobertura de Montaje se limita entonces a los riesgos convencionales para los cuales el Pool Atómico no ofrece ninguna cobertura. Asimismo, partes de la instalación que están en la zona "caliente", están excluidas del seguro de montaje a partir de que se inicie la carga del reactor.

4.3 SEGURO CONTRA ROTURA DE MAQUINARIA.

El seguro de maquinaria contiene la cláusula atómica obligatoria de exclusión. En caso de un siniestro de la instalación que en cumplimiento de su función se haya vuelto

radioactiva, no se indemnizarán los costes de descontaminación.

La protección del seguro de maquinaria es normalmente concedida solo a la parte convencional de la instalación. Para la vasija del reactor y sus agregados, no existe protección dentro del marco usual del seguro de maquinaria.

Los medios auxiliares de fabricación, tales como combustibles, medios refrigerantes y productos químicos, están, por lo general excluidos del seguro.

El seguro contra rotura de maquinaria tiene el caracter de una cobertura "All Risk" (todo riesgo).

También se pueden cubrir aquellos daños que aparezcan causados por defectos del material empleado, errores de cálculo, errores de construcción y de ejecución.

No obstante, se excluyen los daños para los bienes que aún exista garantía del fabricante o para los que por alguna razón contractual éste pueda ser hecho responsable.

En la póliza se conviene que la protección de la misma no se extenderá a daños que sean originados por ejemplo a:

a) Riesgos que pueden ser cubiertos por una póliza específica para los mismos. Este es el caso de los riesgos de incendio, rayo, explosión química, robo y robo con violencia.

b) Desgaste y demás daños aparecidos como consecuencia del funcionamiento continuo, cavitación, erosión, corrosión, derrumbe e incrustaciones.

c) Acciones bélicas y conmociones internas, especialmente actos de insurrección.

d) Inundaciones, desbordamientos, movimientos sísmicos, hundimiento del terreno, erupción volcánica.

En las condiciones generales para el seguro contra rotura de maquinaria están también excluidos los daños causados por reacción nuclear, radiación nuclear y contaminación. Por ejemplo, si la maquinaria asegurada sufriese algún daño porque el reactor al quedar fuera de control desarrollase una temperatura excesiva, un seguro normal de maquinaria no ofrecería ninguna cobertura.

4.4. SEGURO DE PERDIDA DE BENEFICIOS COMO CONSECUENCIA DE ROTURA DE MAQUINARIA.

Este seguro indemniza el lucro cesante que aparezca durante el periodo convenido y que haya sido originado por un siniestro de acuerdo a las condiciones de la póliza.

Este lucro cesante comprende las ganancias perdidas a consecuencia de la interrupción en la fabricación y de los costes fijos no cubiertos. Una de las características fundamentales de este seguro es que no existe la obligación de asegurar todas las máquinas de una industria, sino que se pueden elegir para este seguro aquellas máquinas que ocupan una posición clave en la producción, y cuya falta está unida con una disminución de la producción o incluso con una interrupción más o menos larga de la misma.

En una central nuclear habría que considerar principalmente el reactor y sus elementos auxiliares, el generador de vapor en aquellos tipos de agua a presión o refrigerados por gas, el turbo grupo y el sistema de alimentación de agua.

En el caso del reactor se trata de un tipo totalmente nuevo de objetos a asegurar, y en el caso de partes convencionales de la instalación se trata de magnitudes y tecnologías de caracter extraordinario. Además, para estas instalaciones no se dispone de datos confirmados por la experiencia

práctica que indiquen la frecuencia con que pueden aparecer daños y el alcance de los mismos.

Según indicios, se puede estimar que una central de energía nuclear, sólo después de 3 a 4 años de servicio, alcanzará aproximadamente el 90% de la disponibilidad de una central convencional. Por lo tanto, para el futuro podría pensarse en un seguro parcial con limitación del alcance de los daños por cada siniestro.

4.5 SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL.

Este seguro tiene como objeto cubrir la indemnización que el asegurado tenga obligación de pagar a un tercero, cuando éste sea perjudicado y la causa de este perjuicio esté prevista en las disposiciones legales de derecho privado.

La responsabilidad civil para energía nuclear se refiere a las obligaciones que prevea la ley en este sentido para daños ocurridos dentro de estas instalaciones como consecuencia de procesos de desintegración de la instalación nuclear.

Debe establecerse las condiciones normales de un contrato de seguro de Responsabilidad Civil legal, el cual es cubierto implícitamente por la empresa.

A la vez se debe hacer una clara diferenciación de la Responsabilidad Civil, en cuanto a energía nuclear se refiere, de una instalación nuclear. Dicha diferencia se entenderá a aquella área de construcción que haya sido autorizada por las autoridades competentes, en la cual exista amenaza de radiactividad elevada.

De esta forma podemos especificar a aquellas personas que pueden ser cubiertas bajo el seguro de Responsabilidad de Energía Nuclear.

Así por ejemplo usuarios de la instalación durante período de prueba, personas que realizan servicios materiales, prestaciones o labores para la planificación, erección, puesta en servicio, utilización, mantenimiento de la instalación y eliminación de residuos, así como sus colaboradores y sustitutos.

Por otra parte, también se tienen excluidos del seguro de Responsabilidad Civil de Energía Nuclear, los siguientes daños y reclamaciones:

- .- Recurso de los seguros sociales obligatorios.
- .- Daños de los que el constructor de la maquinaria sean responsables.

- .- Daños que aparezcan durante el transporte y almacenamiento del combustible nuclear fuera de la instalación.
- .- Daños en la planta nuclear misma, sus instalaciones auxiliares, aparatos y materiales.
- .- Daños que sean comunicados al asegurador diez días después de haber ocurrido el siniestro.
- .- Daños que aparezcan durante el funcionamiento normal de la instalación.
- .- Daños aparecidos como consecuencia de guerra, conmociones, huelgas y levantamientos, así como catástrofes naturales.

La base para establecer el monto de la suma asegurada a cubrir en el Seguro de Responsabilidad Civil, está determinada por la máxima potencia térmica (potencia de régimen) del reactor -tarifa base- y la densidad demográfica de la región donde se localice el reactor -factor demográfico-. Por ejemplo, la tarifa base para centrales de 400 Mw es de 40 millones de dólares y el factor demográfico oscila entre 1 y 2. Entonces la suma asegurada para centrales nucleares normales será de 40 a 80 millones de dólares.

La suma asegurada es la indemnización máxima que el asegurador estaría obligado a pagar en caso de siniestro.

4.6 SEGURO DE TRANSPORTE

En un seguro de transporte normal se cubren daños sustanciales de mercancía y parte del principio de "A TODO RIESGO"; esto es válido, tanto para materiales destinados a la construcción de la central nuclear, como para los transportes de suministro y retirada de elementos combustibles nucleares.

Es de gran importancia el transporte de combustible radiactivo o no radiactivo, ya que aparecen riesgos nucleares especiales, por ejemplo se menciona el peligro de inutilización de los combustibles a causa de rotura o agrietamiento que aparecen cuando los transportes no son a prueba de choques y vibraciones.

Son asegurables aquellas mercancías que con motivo de su transporte se encuentran sobre o en el medio de transporte, así como posibles almacenamientos intermedios, anteriores y posteriores.

Tanto las mercancías de tipo convencional como de tipo nuclear, están aseguradas contra daños ocurridos como consecuencia de riesgos habituales en el transporte, pudiéndose incluir en la cobertura el riesgo de energía nuclear y radiactividad para mercancías convencionales.

CAPITULO 5

POOLS - LEGISLACIONES Y CONVENIOS

5.1 POOLS

El brusco desarrollo de la energía nuclear introdujo riesgos a los cuales los aseguradores no estaban acostumbrados y que no se asemejan a los convencionales; creación de riesgos susceptibles de originar siniestros de gran tamaño y también con consecuencias a largo plazo, por lo que conocemos de las instalaciones, pólizas aptas a proteger a los operadores contra los nuevos riesgos, habría que encontrar también el mecanismo apto para otorgar la protección adecuada.

En virtud de lo anterior, paralelamente a los problemas de Responsabilidad Civil, se presentarían los correspondientes a las instalaciones, se trataba de grandes riesgos y el único sistema práctico de suscripción era por medio de "Pools", en donde cada miembro aceptaría cantidades fijadas de antemano y se realiza según el principio de la suscripción neta; es decir, cada miembro del pool acepta solo parte del riesgo que pueda y quiera cubrir sin hacer uso de su contrato de reaseguro.

El pool puede ceder facultativamente a otros pools y reparte su propia retención entre sus miembros, incluyendo a las

sociedades aportadoras, de forma proporcional a sus cuotas suscritas.

Y, para responder a la capacidad de seguro, (por cierto muy amplia) necesita se crearan también "Pools" internacionales de seguro nuclear.

De esta manera, cuando una organización desea construir y explotar una instalación nuclear, se dirige al pool nacional para discutir el problema del seguro.

En consecuencia, un pool nacional podrá dirigirse a los internacionales.

BASE NETA.

Al negocio suscrito se le denomina también negocio bruto y al negocio retenido se le llama negocio neto. La diferencia entre el bruto y el neto es evidentemente el negocio cedido en Reaseguro.

Este principio, designado como base neta, significa que un asegurador, cuando comunica a su colegas la cantidad máxima que está dispuesto a arriesgar en cada instalación nuclear, deberá fijar la cifra que piensa arriesgar personalmente (retención), es decir, sin recurrir para nada al Reasegurador.

Esto no quiere decir que no exista Reaseguro, sino que el Reaseguro se cederá a través de un único canal especialmente preparado para los riesgos nucleares, sin que los aseguradores que participen en los mismos puedan utilizar las facilidades que les ofrecen las coberturas que poseen para otros ramos y ceder, a través de ellas, parte de los riesgos nucleares asumidos. Pero no solo los aseguradores deben actuar sobre una base neta, sino también los pools, cuando actúan como reaseguradores de riesgos situados en otros países, deben ofrecer su cobertura teniendo en cuenta únicamente la capacidad de retención por cuenta propia de sus miembros, pues los pools no pueden, en ningún caso, volver a ceder o retroceder los riesgos asumidos, por vía del reaseguro concertado con otros pools. Se presenta aquí de nuevo la idea de canalización o delimitación del riesgo, que transportado al reaseguro, significa que en caso de que suceda un accidente nuclear, tan solo se verán afectadas las cesiones de reaseguro especialmente preparadas para estos riesgos. Si se tiene en cuenta que también a nivel de seguro directo se estableció una canalización, ya que en caso de accidente nuclear solo pueden entrar en juego las pólizas contratadas por el explotador de la instalación, se obtiene una delimitación perfecta del riesgo que permite a cada asegurador ofrecer su capacidad máxima de cobertura, sin que puedan presentarse sobresaltos en el futuro, puesto que en caso de siniestro no es posible que se den acumulaciones entre las responsabilidades asumidas por el canal especial

destinado a los riesgos nucleares y aquellos que resulten de su participación en otros negocios asumidos en seguro directo o aceptados en reaseguro.

AGRUPACION DE RIESGOS.

Los pools no aceptan participaciones en pólizas de instalaciones nucleares que cubran exclusivamente los peligros relacionados con las radiaciones. Se exige que esta cobertura forme parte de un seguro mas amplio que abarque también los riesgos clásicos, lo que significa que en lo que respecta a los daños a las cosas, el riesgo de radiaciones se cubre conjuntamente con el de incendio, y para la Responsabilidad Civil la cobertura se concede en conjunto para los accidentes de tipo nuclear y los accidentes de tipo convencional.

RECIPROCIDAD.

Los aseguradores de cada uno de los países interesados agrupados en pool, se comprometen a darse un trato recíproco, lo que significa que un pool que utilice la cobertura que le ofrece otro pool, debe poner, a su vez, a disposición de este último su capacidad.

COASEGURO.

Los riesgos deben repartirse en Coaseguro*, siempre que ello sea posible. Se apunta incluso el deseo de que las relaciones entre los pools se basen asimismo en el Coaseguro, aunque reconociendo que las disposiciones legales en muchas ocasiones significan trabas de importancia a la hora de llevar a la práctica esta idea.

Hasta se ha hablado muy seriamente de la constitución de un pool único europeo, idea excelente, pero que de momento tampoco parece viable. Es posible, sin embargo, que a medida que la integración europea vaya ganando terreno, al simplificarse los requisitos administrativos que se exigen a las entidades aseguradoras para trabajar en países diferentes al suyo de origen, sea posible esa integración total de los aseguradores europeos en relación a los riesgos nucleares.

COOPERACION ENTRE POOLS.

Esta cooperación tendrá que ser, y en realidad es estrecha, permanente y eficaz.

Cada pool se compromete a informar a los demás sobre los datos técnicos de los riesgos que se le presenten, así como del resultado de las inspecciones que efectúe.

* Coaseguro: es la participación de dos o mas aseguradores a un mismo riesgo.

La tarificación de los riesgos se hará, y de hecho se hace, de común acuerdo entre los pools, aportando cada uno su experiencia.

Paralelamente, y como consecuencia lógica, en cada siniestro todos los pools serán debidamente informados de las circunstancias y consecuencias del mismo.

Esta interdependencia de pools es consecuencia no solo de un deseo de aunar fuerzas y poder contar con la experiencia de todos los aseguradores interesados, sino del propio reparto del riesgo, pues se considera y con razón, que al suscribir riesgos directamente, cada pool actúa no solo en representación de las entidades que forman parte del mismo, sino también comprometiendo a los restantes aseguradores mundiales que participan en ese riesgo a través del reaseguro aceptado por su propio pool nacional.

DIVISION DE RIESGOS.

Cada pool, como consecuencia de su participación en los riesgos propios y en los que les cedan otros pools extranjeros, deberá organizar diferentes grupos de operaciones, según su procedencia, de tal forma que en el negocio doméstico, puedan participar todos los aseguradores interesados que operen en el país, pero en el negocio procedente de otros mercados solo participen las entidades nacionales, a fin de que las extranjeras puedan reservar su

entera capacidad para utilizarla ahí, donde resulte más eficaz.

De esta manera, por ejemplo, una entidad aseguradora británica con delegación en España, participará directamente como aseguradora en los riesgos situados en este país, pero se abstendrá de interesarse en los riesgos que el pool español acepte al pool francés, en los que participará a través de su delegación en Francia, si la tiene, o a través de su casa matriz en Gran Bretaña, vía reaseguro, aceptado por el pool británico al pool francés.

5.2 LEGISLACIONES Y CONVENIOS.

A medida que el desarrollo de la energía nuclear se extendió geográficamente, al mercado mundial asegurador le preocupó primordialmente el problema de proteger a las víctimas contra algún accidente de escape de radiactividad, producido por la fisión nuclear. Asimismo, era muy importante considerar la posibilidad de seguro obligatorio de Responsabilidad Civil.

Fue como los aseguradores, agrupados en el Comité Europeo de Seguros, constituyeron un órgano de trabajo encargado de estudiar los problemas del seguro nuclear y crearon, ante la proposición de la Delegación Suiza, el Centro de Estudios de Riesgo Atómico (CERA) en 1956. El CERA, desde el principio trabajó en estrecha colaboración con la OECE (Organización

Europea de Cooperación Económica), llamada mas tarde OCDE, así como con el EURATOM.

Este equipo elaboró un anteproyecto de Convenio Internacional sobre la Responsabilidad Civil del explotador de un reactor nuclear que se comunicó a la OECE. También el CERA presentó otro informe sobre todos los problemas de la responsabilidad civil nuclear, el cual sirvió de referencia a los expertos gubernamentales que elaboraron el Primer Convenio Internacional sobre la Responsabilidad Civil nuclear, firmado en París el 29 de julio de 1960.

EL CONVENIO DE PARIS DEL 29 DE JULIO DE 1960.

Este Convenio tiene por objeto establecer un sistema de compensación a las víctimas de accidentes nucleares en casos donde las normas ordinarias de derecho común sean inadecuadas. Fué firmado por los 16 países siguientes:

Alemania Federal

Italia

Austria

Luxemburgo

Bélgica

Noruega

Dinamarca

Portugal

España

Reino Unido

Francia

Suecia

Grecia

Suiza

Holanda

Turquía

Este Convenio entró en vigor el 10. de abril de 1986, cuando dos tercios de los países firmantes lo ratificaron. Se basa en los siguientes principios básicos:

- Responsabilidad exclusiva y absoluta, sin mediar culpa o prueba del operador de la instalación nuclear.
- Limitación de responsabilidad en el tiempo. En principio 10 años desde la fecha del accidente.
- Limitación de responsabilidad en cantidad. Establece como mínimo 5 millones de unidades de cuenta.
- Obligación del operador de cubrir su responsabilidad por un seguro u otra garantía financiera.
- Un tribunal competente. En principio el del lugar donde ocurre el accidente, para dirimir las reclamaciones del mismo accidente con obligatoriedad legal en los otros países miembros.

A partir de 1982, esta unidad se sustituye por el Derecho Especial de Giro (DEG)*

La cantidad máxima se limita a 15 millones de unidades de cuenta.

* Las cantidades de los convenios de París y Bruselas se expresan en unidades de cuenta del Acuerdo Monetario Europeo. Esta unidad se define en relación con el precio del oro. Debido al desarrollo del comercio internacional de los últimos años, el oro como unidad monetaria está en decadencia. En los protocolos a ambos convenios de 1982, los límites son expresados en derechos especiales de giro (DEG). Tal como se define por el Fondo Monetario Internacional, la relación entre el DEG y las monedas nacionales se determinan sobre la base de una cierta de monedas, que en la actualidad son: dólar USA, yen, libra esterlina, franco francés y marco alemán. La unidad de cuenta puede considerarse ahora equivalente a un DEG.

CONVENIO DE BRUSELAS

Este convenio fue suplementario al de París de 29 de julio de 1960, se firmó el 31 de enero de 1963, por los siguientes países:

Alemania Federal	Francia	Reino Unido
Austria	Holanda	Suecia
Bélgica	Italia	Suiza
Dinamarca	Luxemburgo	
España	Noruega	

Este convenio entró en vigor el 4 de diciembre de 1974, solo podían firmarlo los que ya habían estado presentes en París. La compensación de las víctimas se provee en tres tramos:

- 1.- Hasta la cantidad prevista bajo el Convenio de París, bajo un seguro u otra garantía financiera.
- 2.- Entre esa cantidad y 70 millones de unidades de cuenta (DEG) por fondos públicos disponibles por el Estado contratante.
- 3.- Entre 70 y 120 millones de DEG por fondos públicos puestos a disposición de los Estados contratantes.

El protocolo a ambos convenios firmado en 1982 eleva el segundo y tercer tramo de este último Convenio de 70 a 175 y de 120 a 300 millones de DEG, respectivamente. Sin embargo, no entrará en vigor hasta que firmen dos terceras partes de los países adheridos.

LEY SOBRE ENERGIA NUCLEAR DE 29 DE ABRIL DE 1964

El preámbulo de esta Ley indica que el hecho de haber aceptado los Convenios Internacionales sobre la materia, obliga a dar entrada en la legislación española a todos los aspectos que se refieren a la Responsabilidad Civil, en el caso de accidentes nucleares y, entre ellos, el principio de la responsabilidad objetiva. Desde este momento se prescribe, por primera vez, para el explotador que esta responsabilidad será objetiva. Además dicha responsabilidad objetiva involucra subsidiariamente a la sociedad entera, pues el estado está obligado a indemnizar de forma subsidiaria, aunque no sea el responsable.

Esta socialización de la responsabilidad se entiende porque al autorizar una instalación nuclear a la iniciativa privada pone en marcha un riesgo en beneficio de todos, y por tanto, asume la obligación de indemnizar a los perjudicados por la completa reparación de los daños sufridos.

Los "principios básicos" de los Convenios Internacionales ratificados en España están complementados por los siguientes:

- .- El límite de responsabilidad del operador es de 850 millones de pesetas, equivalente a 5 millones de DEG, con una franquicia del 5% en cada accidente.
- .- El explotador responde solo de los daños nucleares inmediatos, siendo el Estado responsable de los daños diferidos.

- .- Están excluidos los daños de origen extraordinario, conflicto armado, guerra civil u hostilidades.
- .- Se pueden excluir los supuestos de culpa o negligencia de la víctima.

REGLAMENTO SOBRE COBERTURA DE RIESGOS NUCLEARES DE 22 DE JULIO DE 1967.

Este reglamento recalca la responsabilidad del explotador, aunque un tercero sea declarado responsable de los daños. Excluye la responsabilidad del explotador, aparte de lo dicho a propósito de la Ley, en los siguientes casos:

- .- Daños por la aplicación de sustancias radiactivas a personas sometidas a tratamiento terapéutico.
- .- Daños personales a empleados o dependientes del explotador.
- .- Daños en la propia instalación nuclear.
- .- Los gastos o intereses que se ocasionen con motivo de siniestro de este tipo.

Por otra parte, este reglamento regula tanto el Seguro de Responsabilidad Civil en Instalaciones Nucleares o Radiactivas, como el de la constitución de otras garantías financieras, tales como la formalización de un depósito o fianza aprobados por el Ministerio de Hacienda.

Es así como en E.E.U.U., en el año de 1956, surgen asociaciones para el seguro de Daños Propios (NEPIA) y para Responsabilidad Civil (NELIA), las cuales conseguían la

mayor capacidad de cobertura en cada nación. Por otra parte, se crearon los pools MAERP y MAELU, y mas tarde países europeos como Suecia y Gran Bretaña fundaron sus propios pools; este último con el apoyo del mercado no marítimo de Lloyds. En 1957 surgieron las asociaciones de Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Italia, Noruega y Suiza; en 1958 Holanda, en 1959 Austria y Japón en 1960. El pool atómico español nació hasta 1967.

Actualmente existen 26 de estas entidades, siendo las mas recientes las de Egipto y Filipinas.

LEGISLACION MEXICANA.

De la Responsabilidad Civil por Daños Nucleares.

Artículo 4.- La responsabilidad civil del operador por daños nucleares es objetiva.

Artículo 5.- El operador será responsable de los daños causados por un accidente nuclear que ocurra en una instalación nuclear a su cargo, o, en el que intervengan substancias nucleares peligrosas producidas en dicha instalación siempre que no formen parte de una remesa de substancias nucleares.

Artículo 6.- El operador, de una instalación será responsable de los daños causados por un accidente nuclear, por la remesa de substancias nucleares:

1.- Hasta que dichas substancias hubiesen sido descargadas del medio de transporte respectivo en el lugar pactado o en el de la entrega; y

11.- Hasta que otro operador de diversa instalación nuclear hubiere asumido por vía contractual esta responsabilidad.

Las disposiciones del presente artículo también son aplicables a la remesa de reactores nucleares.

Artículo 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.

Artículo 8.- Cuando la responsabilidad por daños nucleares recaiga en más de un operador, todos serán solidariamente responsables de los mismos.

Artículo 9.- La responsabilidad de todos los operadores no excederá del límite máximo fijado en esta ley.

Artículo 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 legales 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.

Artículo 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.

Artículo 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.

Artículo 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.

Del Límite de la Responsabilidad.

Artículo 14.- Se establece como importe máximo de la responsabilidad del operador frente a terceros por un accidente nuclear determinado, la suma de cien millones.

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 período cuando en el accidente estén involucradas cualesquiera substancias nucleares peligrosas o cualquier remesa de substancias nucleares destinadas a la instalación o procedentes de la misma y de las que el operador sea responsable.

Artículo 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.

Artículo 16.- Cuando los daños nucleares sean efectos de accidentes simultáneos en los que intervengan dos o mas 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.

Artículo 17.- El importe máximo de la responsabilidad, no incluirá los intereses legales ni las costas que establezca el tribunal competente en las sentencias que dicten respecto de daños nucleares.

Artículo 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 en el inciso a) multiplicado por quinientos.

El monto de esa 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.

De la Prescripción.

Artículo 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.

Artículo 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 accidente.

Artículo 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

CAPITULO 6

SEGURO Y REASEGURO DE LOS RIESGOS NUCLEARES.

6.1 SEGURO.- DATOS GENERALES.

DEFINICION DE SEGURO. El Seguro, desde un punto de vista institución puede definirse, como la rama de la previsión que, como institución económico-social y para satisfacer la necesidad de igual caracter producida por la posible realización de un hecho incierto, diluye los riesgos homogéneos a que se hayan sometidas una serie de economías mediante una cobertura basada en fórmulas técnicas regulado por normas de derecho público y privado.

Existen tres asociaciones que suscriben riesgos nucleares:

1) AMERICAN NUCLEAR INSURERS (ANI) que trabaja con 90 compañías aseguradoras miembros y en conjunto han desarrollado la emisión de las pólizas, reúnen primas y proveen de una variedad de servicios a sus asociados.

2) El segundo pool que satisface las necesidades de seguro a la industria nuclear es Mutual Atomic Energy Liability Underwriters (MAELU) que a su vez es reasegurado por MAERP.

3) Reinsurance Association, que viene a ser el tercer pool en importancia y que reasegura a MAELU.

Estos tres pools trabajan en conjunto para satisfacer límites máximos de protección a través de la participación combinada de los miembros del pool y de los reaseguradores,

para el adecuado aseguramiento de los riesgos involucrados en la industria nuclear.

La responsabilidad nuclear y daños en propiedad para la industria nuclear comercial, son cubiertos a través de ANI y MAELU. El seguro de responsabilidad nuclear cubre al operador durante el manejo del reactor nuclear y suministra la responsabilidad por los daños corporales y en propiedad, causados por el riesgo nuclear. Esta forma de cobertura ha sido aceptada por The United States Nuclear Regulatory Commission, como requerimiento primario de protección financiera establecido por Price-Anderson Act.

El primer daño en propiedad ajena asegurado por los Pools, incluye la cobertura de contaminación radiactiva, tan convencional como puede ser el daño por fuego.

Las propiedades aseguradas a través de los pools, en 1957 ascendieron a \$63 880 000 (dólares). Esto representa que el límite se incrementará considerablemente a \$ 500 millones. Así ANI suscribió el 80% y MAELU el 20% de los 500 millones en la cobertura de daños en propiedad.

Los pools proveyeron de un exceso en el seguro de propiedad, teniendo un incremento en el límite de responsabilidad de \$400 a \$560 millones (dólares) En la actualidad, el límite máximo que suscribe la ANI es del 75% y MAELU el 25%.

Los ingresos por primas (dólares) en la industria nuclear aseguradora, a través de los pools (ANI y MAELU), no son tan grandes como los riesgos comunes asegurados. La industria nuclear es relativamente pequeña, y hay relativamente pocas primas, comparadas con otras industrias que requieren también de grandes sumas de cobertura.

Las primas (en dólares USD) suscritas por los pools ANI y MAELU por los riesgos de responsabilidad civil y daños en propiedad, nos muestran su comportamiento del año 1957 a 1989:

ANO	RESPONSABILIDAD	DANOS EN PROPIEDAD
1957/1978 (total)	\$127 045 309	202 091 776
1979	21 022 351	40 199 176
1980	26 849 412	61 353 439
1981	28 263 623	74 263 992
1982	30 874 994	98 826 043
1983	33 171 776	111 680 839
1984	35 802 008	131 798 114
1985	40 772 999	143 880 947
1986	58 072 433	140 882 556
1987	61 582 970	160 906 144
1988	76 212 271	173 526 209
1989	74 807 157	158 746 775
	<u>611 057 303</u>	<u>1 498 156 010</u>

Es así como desde 1957, cuando dieron inicio los primeros pools, que la cantidad de seguro disponible por éstos a cubrir, se fue aumentando considerablemente. Fue como en la práctica ANI, MAELU y MAERP hicieron una combinación de sus recursos, otorgando un límite máximo de protección a sus asegurados. Esto se complementó a través de contratos de reaseguro entre ANI y los pools de seguro nuclear. La suma asegurada por responsabilidad disponible en principio que fué operada por los pools, en el año 1957 fue de \$60 millones (dólares). Ahora los pools suscriben una combinación de límite de responsabilidad de \$200 millones ; ANI y MAELU formaron en adición, un contingente de responsabilidad por \$30 millones, en conexión con el pool Secondary Financial Protection (SFP) programa para cubrir a los operadores del reactor nuclear.

El programa SFP incorporó , en el año de 1975, un cambio a la legislación del Price-Anderson Act, proponiendo que los operadores del reactor nuclear fueran valuados con una prima retrospectiva no mayor a \$66.15 millones por reactor; entonces, cualquier incidente como responsabilidad , no debía exceder de la protección del pool primario en la cantidad de \$200 millones. Los primeros \$30 millones deberían ser usados parcialmente como compensación con uno o mas reactores, en el momento de evaluar la obligación asumida.

Las pólizas deberían continuar cubriendo a todos los empleados de la industria nuclear anterior al 10. de enero de 1988, siempre y cuando la reclamación por siniestro se hiciera antes del día 10. de enero de 1988. Todas las reclamaciones están cubiertas bajo el nuevo Master Pools, mismo que está asegurado por ANI y MAELU. Este contrato es una combinación de un límite de \$200 millones para la industria nuclear que incluye un 95% de la prima retrospectiva correspondiente a las pérdidas, las cuales no debían exceder el total de primas anuales recolectadas.

REEMBOLSO DE PRIMAS.

Un gran porcentaje de ingresos por primas de responsabilidad civil del seguro nuclear, se devuelve a los asegurados, basándose en la experiencia en pérdidas de la industria. Bajo este programa llamado "Industry Credit Rating Plan", aproximadamente el 70% de los ingresos por primas, dan lugar a un fondo de reserva empleado únicamente para pago de grandes pérdidas. El fondo está constituido, aproximadamente, por \$253 millones netos, libres de pérdidas. El fondo de reserva actúa como un soporte entre las pérdidas mas altas durante un periodo de 10 años, después de haber recibido las reclamaciones por parte de los asegurados en el décimo primer año.

La siguiente tabla muestra las cantidades en dólares (USD) de reembolsos hechos bajo el Industry Credit Rating Plan y el porcentaje sobre ingresos por primas.

Año	CANTIDAD A RECLAMAR	% DE PRIMA
1967-1979 (total)	15 875 147	68.25%
1980	849 942	20.10%
1981	1 653 042	28.80%
1982	2 301 758	35.10%
1983	3 250 245	38.70%
1984	5 014 105	43.60%
1985	4 945 786	34.80%
1986	4 238 821	27.60%
1987	6 752 362	38.50%
1988	7 668 926	40.00%
1989	9 076 551	44.70%
	<hr/>	
	61 626 695	

(Datos de "Progress US Nuclear Utility Industry-1979-1989")

6.2 TARIFICACION

Las primas de seguro fueron cobradas por ANI y MAELU pero originalmente fueron cargadas por Insurance Services Office (ISO). Sin embargo, The Nuclear Insurance Rating Bureau asumió la responsabilidad en 1989.

Los factores involucrados en la tarificación de la responsabilidad nuclear son: tamaño, tipo, localización y facilidad en el manejo.

Una medida de prima que tenía que pagarse por la responsabilidad nuclear de un reactor era de aproximadamente \$570 000 (USD) sin embargo, el reembolso real vendría ser

pagado hasta 10 años después, si la experiencia en pérdidas de la industria nuclear era favorable.

ANI/MAELU basados en que en 1990 los límites de responsabilidad serían de \$200 millones, la tarifa en promedio mas baja que un reactor nuclear pagaría sería de \$500 000 y la tarifa mas elevada vendría a ser de aproximadamente \$1 400 000.

Muchas consideraciones son involucradas para considerar la tarifa de un seguro de daños en propiedad causadas por la responsabilidad nuclear, desde daños provocados por riesgos convencionales así como riesgos nucleares cubiertos. Esto dió lugar a que se tomara mas énfasis en la seguridad contra el incendio, estableciendo facilidades de seguro a través de los pools.

La Nuclear Insurance Rating Bureau aprobó que con efectos al 1o. de Enero de 1990, entrara en vigor una nueva Guía de Tarificación para su uso, tanto en negocios nuevos como de renovación. El intento por cambiar fue modificar el procedimiento de tarificación haciendo que las primas fueran menos sensibles al reporte del valor de la planta y mas efectivo a los niveles actuales de riesgo.

El tamaño del reactor nuclear es determinado en base a la capacidad de mega watts que podían reemplazar a una planta

de energía convencional. Sin embargo, en el desarrollo en conjunto de las primas, el procedimiento convencional reconocía que los peligros tenían que representar menor al límite potencial de las pérdidas totales. Como en el pasado, las primas globales o individuales continuarían reflejando tarificaciones diferentes en cuanto a bases de comparación. Los factores considerados en la valuación del reactor son tales como la edad, el nivel de recomendaciones ingenieriles y el conjunto de riesgos técnicos evaluados por ANI/MAELU.

Dependiendo de la capacidad de megawatts y las consideraciones a suscribir, la prima por unidad de una planta nuclear puede ser de 1 millón a 2.5 millones, con una media de 2 millones por año por cada 500 millones de seguro básicos en daños en propiedad.

Para el pool de Excess Program, la prima base es de \$2 100, \$2 350 ó \$ 2 600 por 1 millón como límite; esto dependiendo del número de unidades en el sitio. Así por ejemplo, por \$400 millones, la cantidad de prima a pagar por unidad debería de ser de \$840 000; por dos unidades \$940 000 y por tres unidades \$1 010 000. En el mismo lugar se debería pagar de \$1 144 000 a \$ 1 164 000, \$ 1 285 000 a \$ 1 304 000 y \$ 1 424 000 a \$ 1 444 000, respectivamente, dependiendo de donde serían empleados los restantes \$160 millones.

Los pools también tuvieron un programa de modificación al tarifificar la cobertura de daños en propiedad. Este programa

se llamó "Nuclear Property Insurance Industry Experience Rating Guide"; el factor de tarificación modificado se estableció cada año por pérdidas en los pools durante los siguientes 20 años.

Las modificaciones a las primas fueron consideradas en principio en el año de 1972, como sigue:

ANO	% DE PRIMA (Basado en una tarifa normal)
1972-1980	- 20.9%
1981*	+ 3.8%
1982	- 0.8%
1983	- 2.0%
1984	- 2.9%
1985	- 7.4%
1986	- 8.75%
1987	- 13.7%
1988	- 18.5%
1989	- 22.7%
1990	- 26.1%

* La mayor contribución a que el factor de prima se sobrecargara, fue a consecuencia del accidente de Three Mile Island, el cual ocasionó una pérdida en reservas, por daños en propiedad debido a que el límite máximo en la póliza era de \$300 millones

**EJEMPLO DE TARIFICACION DE PLANTA NUCLEAR
(BOILING WATER REACTOR)**

<u>VALOR DE LA PLANTA</u>	(Dólares)	300'000,000
Cuota % (con deducible) en porcentaje y pruebas		2 al millar 10,000 USD
Costo del seguro		600,000 USD

COBERTURA OPERACIONAL

SEGURO NUCLEAR

Cuota		4 al millar anual
Costo		USD 1'200,000 Anual

SEGURO DE INCENDIO POR
LA OPERACION

Cuota (variable entre 2 y 4 al millar)	2% anual	600,000 USD
Costo	4% anual	1'200,000 USD

SEGURO DE PERDIDA DE UTILIDADES

Cuotas estimadas:	entre 6 y 12 al millar (por daños financieros puede originar un incendio en la venta de electricidad)
-------------------	--

SEGURO DE MAQUINARIA

Cuota	12 por millar, aplicada al valor nucleo-eléctrico asegurado
-------	--

PERDIDA DE UTILIDADES
POR MAQUINARIA

De acuerdo con las medidas de -
seguridad de la planta.

DANOS AL COMBUSTIBLE
NUCLEAR ALMACENADO

Cuota	0,8 al millar anual sobre 70'000,000 USD
Costo Anual	56,000 USD

COBERTURA A 1er. RIESGO
POR DAÑOS NUCLEARES A LA
PLANTA Y ORIGINADOS POR
EL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Cuota	0,4 al millar sobre suma asegurada de 7'000,000 USD
Costo	2,800 USD por cada riesgo y pérdida
<u>DEDUCIBLE</u>	30,000 USD por cada pérdida nuclear
o	
con deducible 25,000	0,5 al millar
Costo	3,500 USD anuales

6.3 REASEGURO.

DEFINICION DE REASEGURO. Es la operación por medio de la cual ya aceptado por una institución de seguros se transfiere parcial o totalmente hacia el mismo u otro mercado a otra institución de seguros, lo que en este caso se denomina Reasegurador.

Dentro del reaseguro clásico, los dos sistemas fundamentales, utilizados para distribuir los riesgos, con excepción de la capacidad del asegurador son el Excedente y la Cuota Parte.

El sistema de excedente permite al asegurador que cede el negocio, retener en cada riesgo la parte que cree puede conservar por cuenta propia, cediendo el excedente que se le produce a su reasegurador.

El sistema Cuota-Parte supone que el asegurador hace participar a su reasegurador en todos los riesgos que suscribe en un porcentaje idéntico.

Para el reaseguro entre pools se utilizan ambos sistemas.

En líneas generales, éstas son las normas básicas que regulan el reaseguro de los Riesgos Nucleares, cuya aplicación ha permitido a los asegurados ofrecer a los industriales las enormes sumas de garantía que éstos necesitan.

Sin embargo, excepcionalmente las grandes entidades reaseguradoras profesionales, del ámbito mundial, podrán participar en los riesgos situados en países diferentes del suyo, bien a través de la sección de riesgos extranjeros de su propio pool, o bien adhiriéndose directamente al pool del país en que esos riesgos estén situados.

En los ramos en los que la técnica es mas especial y para los que la experiencia internacional es básica e imprescindible, la realidad es que existen unos aseguradores que, gracias a la colaboración de otros aseguradores, que en este caso actúan como reaseguradores, permiten que se pueda cumplir con los clientes ofreciéndoles la cobertura que solicitan.

Los principios fundamentales del Reaseguro de Riesgos Nucleares, se mantiene en pleno vigor, considerándose en cierto modo, como el decálogo del Reaseguro de Riesgos Atómicos.

UNIFORMIDAD.

Desde un principio se consideró que el seguro atómico debería organizarse en todos los mercados a través de pools o de asociaciones de Aseguradores que, con independencia de las características propias que adoptasen mantuviesen una estructura básica común. De esta forma, nacería una serie de organismos nacionales, como ya se dijo, que guardarían entre sí la suficiente homogeneidad, evitando así la competencia.

En el pool británico colabora estrecha y unánimemente los tres sectores independientes, y hasta cierto punto antagónicos de aseguradores de aquel país: compañías adscritas a las tarifas (Tariff Offices), compañías que no se sujetan a tarifas (Non Tariff Offices) y Lloyds. Es decir, desde el punto de vista del Seguro Atómico, todos los mercados presentan una uniformidad muy aceptable.

A medida que se complican y concentran los riesgos, aumentan los capitales en juego, fenómenos que son comunes a todos los tipos de seguro industrial (incendio, marítimo, aviación, maquinaria, etc.); la colaboración entre los aseguradores y reaseguradores tiende a consolidarse cada día

mas. Este fenómeno se acentúa en los ramos en que la técnica es mas especial y para los que la experiencia internacional es básica e imprescindible, tal como sucede en los seguros de aviación y desde luego en el seguro de instalaciones nucleares. Puede decirse que en el seguro nuclear no existe una diferencia con los otros.

Es así que los aseguradores tuvieron que decidir de como afrontar el reto de ofrecer capacidad de seguro para los daños propios de las instalaciones nucleares y para las responsabilidades estrictas impuestas a los operadores de las mismas.

CAPITULO 7

SINIESTROS DE RESPONSABILIDAD CIVIL EN PLANTAS NUCLEARES.

Desde 1957, los pools han reportado en sus archivos 139 incidentes, de los cuales 108 han sido reclamados y finiquitados, pagando un total de \$ 10 217 411 (de los cuales 41 no procedían a la reclamación de acuerdo a los archivos de los pools). Así, al 31 de diciembre de 1989, los siguientes 31 incidentes fueron considerados como vigentes.

La siguiente lista nos muestra el monto de las reclamaciones:

No.de Incidente	Fecha del Incidente	Reclamación Pagada USD
40	Marzo 1979	53 028 514
62	1976	22 813
78	Enero 1980	106
83	Marzo 5 1981	- o -
99	Febrero 25 1980	73 992
100	Febrero 15 1981	62 003
101	Abril 4 1981	28 286
106	4/8/77 a 1/25/84	208 853
108	Octubre 1987	65 650
112	1977 a 1980	47 716
113	5/81 a 11/84	5 238 364
114	12/80 a 3/83	46 310
116	Mayo 1985	302 114
117	2/83 a 3/84	122 643

118	Junio 15 1984	37 531
120	1978-1986	118 358
121	1986-1987	5 195
122	1983-1986	157 891
123	Febrero 25 1984	38 983
125	Diciembre 6 1984	34 808
126	1984-1986	33 256
127	1984-1986	28 297
128	Marzo 10. 1985	3 299
132	1-1-1979 / 12-31-86	690
134	Septiembre 19 1987	- 0 -
135	Noviembre 1987	- 0 -
136	Mayo 21 1987	55 846
137	Enero-Abril 1980	10 421
138	1958-1989	- 0 -
139	Abril 11 1980	- 0 -

La siguiente tabla muestra el monto pagado por pérdidas por los pools en el seguro de daños en propiedad, de 1959 a 1989.

Año	TOTAL MONTO RECLAMADO
1959-1978	65 145 558
1979	214 871 181
1980	100 447 388
1981	25 283 717
1982	29 286 430
1983	43 103 145
1984	9 684 972
1985	24 475 703
1986	10 829 610
1987	31 540 901
1988	13 297 072
1989	21 557 716
	<hr/>
	589 003 393

CONCLUSIONES

Como conclusiones de lo tratado en la tesis, quisiera proponer lo siguiente:

- 1) Crear, por diferentes medios de comunicación, una mayor conciencia "nuclear" en el país; en otras palabras que los diferentes estratos de la población lleguen a conocer las ventajas de plantas nucleares para fines pacíficos y, en particular, la producción de energía eléctrica como fuente alterna a las que el país actualmente dispone.
- 2) Establecer en el país un "pool atómico" entre todas las instituciones aseguradoras, con el fin de que las mismas absorban parte del riesgo de la central nuclear de Laguna Verde y, el resto reasegurarlo en los pools mundiales e internacionales y por lo tanto modificar las leyes existentes y publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 29 de enero de 1979.
- 3) Que en los instituto de caracter universitario-(y también de una manera mas sencilla en las otras de caracter intermedio) se imparta una materia que trate -de una manera científica- sobre los riesgos que se derivan de la actividad de plantas nucleares y se encuentren las coberturas adicionales que eventualmente se presenten como consecuencia de algún desperfecto de las mencionadas plantas.

- 4) Que las instituciones de seguros del país participen en esta labor de concientización no solamente entre sus colaboradores sino también entre el público en general, con folletos de propaganda, conferencias sobre plantas nucleares y su utilidad con fines pacíficos.
- 5) Que los estudiantes universitarios, independientemente de la instrucción que puedan recibir de sus institutos, busquen toda clase de información fuera del país cooperando a una mayor comprensión de la actividad nuclear.

BIBLIOGRAFIA

- .- "Risk and Insurance"
Denenberg, Eilers, Hoffman, Kline, Melone, Snider
Prentice Hall. 1964.
- .- "La energía nuclear al servicio del hombre"
Una exposición organizada dentro del programa básico de
los Juegos Olímpicos en México 1968.
- .- "Energía Nuclear para la Desalinización"
Comisión de Energía Atómica de los E.E.U.U. /División de
Información Técnica.
- .- "Nuestro Mundo Atómico" La historia de la energía atómica
Comisión de Energía Atómica de los E.E.U.U. /División de
Información Técnica.
- .- NEPIA. Nuclear Energy Property Insurances Association.
- .- "Centrales de Energía Nuclear y su Seguro"
Munchener Ruckversicherungs-Gesellschaft.
- .- "Los riesgos nucleares y su cobertura aseguradora"
Revista Gerencia de Riesgos. Ed. Mpfre. Madrid (España)
- .- Que es la Energía Nuclear
- .- Que es una Central Nuclear
- .- "Central Nuclear de Laguna Verde"
- .- "Situación Mundial de la Nucleoelectricidad"
- .- "Que es el ciclo de combustible nuclear"
Editado por: Comisión Federal de Electricidad.

- "Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde"
Revista de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros
Civiles de México, A.C. Septiembre 1988.
- "El Atomo en la Gran Bretaña"
Editado por: La Junta de Energía Atómica del Reino Unido.
- "Del Fuego a la Energía Nuclear"
Editado por Comisión Federal de Electricidad.
- American Nuclear Insurers. Report #3.
(Nuclear Liability Incident Abstract) Marzo 1988.
- Nuclear Power Station and Insurance.
Diciembre 1975. 2a. Edición. American Nuclear Insurers.
- Progress Indi. U.S.A. Nuclear Utility Industry/.
1979-1989 (Marzo 1989). American Nuclear Insurers.