



17
24

Universidad Nacional Autónoma de México

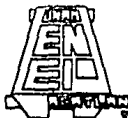
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

"El Problema de la Energía Nuclear y la
Producción de Uranio como Actividad
Estratégica en la Política Exterior



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES
P R E S E N T A
VELASCO ARIAS ANGEL DE JESUS

Asesor: DR. JOSE EUSEBIO SALGADO Y SALGADO



Santa Cruz Acatlán, Méx.

1991

TESIS CON
FALLA DE CROGRO



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.

21

"EL PROBLEMA DE LA ENERGIA NUCLEAR Y LA PRODUCCION DE URANIO
COMO ACTIVIDAD ESTRATEGICA EN LA POLITICA EXTERIOR DE MEXICO"

INDICE.

	PAG.
---INTRODUCCION---	
I-- MARCO HISTORICO Y TECNICO PARA CONOCER EL CONTEXTO DE LA ENERGIA NUCLEAR Y LA PRODUCCION DE URANIO. -----	1
1.1-DESARROLLO HISTORICO DE LA ERA ATOMICA Y DEL NUEVO "DERECHO" NUCLEAR. -----	2
1.2-PRINCIPIOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE UN REACTOR NUCLEAR Y SU SEGURIDAD. -----	18
1.3-EL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR A PARTIR DE LA EXPLORACION DEL URANIO. -----	31
II- ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA INTERNA SOBRE LA AC- TIVIDAD NUCLEAR EN MEXICO. -----	42
2.1-PERIDO 1957 - 1978. -----	43
2.2-PERIDO 1979 - 1988. -----	55
2.3-LA CONSTRUCCION DE LA NUCLEOELECTRICA DE LAGU- NA VERDE Y LAS DIFICULTADES DE SU PUESTA EN MARCHA. -----	69
III- FACTORES EXTERNOS QUE HAN BLOQUEADO EL DESARROLLO DE MEXICO EN MATERIA NUCLEAR. -----	86
3.1-LA DEPENDENCIA TECNOLOGICA. -----	87

3.2-EL PROBLEMA FINANCIERO. -----	97
3.3-LA POSICION DE MEXICO EN EL PLANO INTERNACIONAL. -----	105
IV- PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR COMO ACTIVIDAD ESTRATEGICA EN NUESTRO PAIS. -----	121
4.1-PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO EN BASE A LOS PROGRAMAS REALIZADOS POR EL ESTADO. -----	122
4.2-PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR EN LA DIVER- SIFICACION DE FUENTES ENERGETICAS EN MEXICO. -----	134
4.3-OTRAS APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA NUCLEAR Y LOS ACUERDOS INTERNACIONALES SUSCRITOS POR MEXICO EN ESTA AREA. -----	151
--- CONCLUSIONES. -----	157
--- ANEXOS. -----	167
--- BIBLIOGRAFIA. -----	194

INTRODUCCION.

La energía nuclear y la producción de uranio son dos temas relacionados entre sí, en el que además de ser bastante técnicos, han sido muy discutidos por las aplicaciones bélicas de su tecnología desde la II Guerra Mundial.

El presente trabajo es una investigación sobre los obstáculos internos y externos a los que se ha enfrentado México para realizar un programa que permita explotar el uranio y la energía atómica con fines pacíficos dentro de las estrategias de desarrollo nacional, principalmente en lo que se refiere a la generación de electricidad por medio de reactores nucleares.

La complejidad de la industria nuclear en nuestro país llegó a relacionarse con algunos aspectos fundamentales de la política exterior mexicana como lo son la lucha contra la carrera armamentista, la cooperación internacional, la transferencia de tecnología, la soberanía de los recursos naturales, entre otros.

Para conocer lo anterior, en el Capítulo I "Marco histórico y técnico para conocer el contexto de la energía nuclear y la producción de uranio.", se hará una revisión de los diferentes acontecimientos históricos que conformaron el desarrollo de esta tecnología así como de los elementos y procesos técnicos que la integran.

En el punto 1.1, denominado "Desarrollo histórico de la era atómica y del nuevo 'Derecho nuclear'." se dará un bosquejo de la evolución de la energía atómica desde el descubrimiento de la radiación

y sus aplicaciones bélicas en el presente siglo, hasta las consecuencias de carácter legal que dieron origen a la formación de un Derecho nuclear internacional para regular tanto las aplicaciones pacíficas como bélicas de ésta nueva tecnología.

En el punto 1.2, "Principios en el funcionamiento de un reactor nuclear y su seguridad.", se expondrá someramente en qué consiste un reactor, su funcionamiento y sus equipos de seguridad para tener una idea más clara de lo que se va a discutir posteriormente en relación a la construcción de reactores en México.

En el punto 1.3, "El ciclo de combustible nuclear a partir de de la exploración del uranio.", tiene como objetivo conocer el proceso que se sigue para elaborar el combustible de uranio que utilizan los reactores, y las dificultades industriales que conlleva su fabricación desde la fase de exploración de los yacimientos uraníferos.

Con esas bases abordaremos en el Capítulo II, "Análisis de la problemática interna sobre la actividad nuclear en México.", la situación de nuestro país en ésta área energética en el cual se darán antecedentes, datos estadísticos y los problemas que se suscitaron a partir de 1957, fecha en que México inició actividades en materia nuclear. Para ello se analizará en 2 periodos: el periodo de 1957 a 1978, que comprende el punto 2.1; y el periodo de 1979 a 1988, punto 2.2.

Aunque el segundo periodo comprende información más actualizada, en el punto 2.3 "La construcción de la nucleoelectrónica de Laguna Verde y las dificultades de su puesta en marcha.", se hará una re-

copilación de los puntos de vista de los diversos grupos que apoyan su funcionamiento y de los grupos que se oponen a ella, con motivo de la reciente autorización del Estado a otorgar la licencia de funcionamiento del primer reactor de la nucleoelectrica de Laguna Verde en agosto de 1990. Asimismo, también se darán algunos datos técnicos de la planta y su aportación de electricidad al país, según la información de principios de 1991.

En el Capítulo III, "Factores externos que han bloqueado el desarrollo de México en materia nuclear.", veremos la influencia que tuvieron algunos países para obstaculizar el avance de México en ésta área.

El punto 3.1, "La dependencia tecnológica.", se enfoca al problema de la dependencia hacia los países industrializados para obtener el combustible nuclear y los implementos necesarios con el fin de avanzar en el proyecto nucleoelectrico de México; debido a los argumentos políticos, económicos y de seguridad internacional.

Más adelante se analizan otros obstáculos pero desde el punto de vista económico en el apartado 3.2, "El problema financiero.", donde se verán los costos de la nucleoelectricidad tomando como referencia los recursos económicos que se tienen que destinar a las diferentes fases de producción del combustible nuclear y a la construcción de reactores.

En el punto 3.3, "La posición de México en el plano internacional.", se hará una comparación del avance que ha alcanzado México en el área energética nuclear con los demás países que han optado por explotar la energía atómica para generar electricidad.

También se conocerá la situación de México y la de otras naciones en cuanto a la posesión de reservas de uranio, así como a la producción mundial de éste energético.

Para complementar la información que se expone en éste punto, se dará un vistazo al desarrollo nuclear que han alcanzado Brasil y Argentina, meta que lograron sin estar apegados a las formalidades internacionales mismas que si fueron observadas por nuestro país, lo que motivó a México a criticar, a través de los foros internacionales, a los Organismos especializados encargados de regular la tecnología nuclear y a los Tratados multilaterales que se crearon con ese mismo fin.

Finalmente en el Capítulo IV, "Perspectivas de la energía nuclear como actividad estratégica en nuestro país ", se pretende conocer cuáles son las perspectivas de la utilización de la energía atómica en México en los próximos años.

Para ello, se ha dividido éste objetivo en dos partes. La primera consiste en el punto 4.1, "Perspectivas de la energía nuclear en México en base a los programas realizados por el Estado.", en donde se hará una recopilación de información de los programas, proyectos e informes que ha elaborado el gobierno mexicano sobre las acciones a realizarse en el campo de la nucleoelectricidad, la preservación de los recursos naturales estratégicos y la investigación científica nuclear.

Después en el punto 4.2, "Perspectivas de la energía nuclear en la diversificación de fuentes energéticas en México.", se analizará la información dada en el punto anterior tomando en cuenta

la situación de México en ésta área tecnológica a nivel interno y externo vista en los capítulos II y III, para cuestionar si realmente es conveniente continuar con el programa nucleoelectrico en todas sus fases.

Este apartado también analiza el tema de la diversificación energética, en donde se expondrán las alternativas energéticas que tienen un gran potencial en la República mexicana y que su explotación puede ser mucho más económica.

Posteriormente, en el punto 4.3, "Otras aplicaciones de la tecnología nuclear y los acuerdos internacionales suscritos por México en ésta área.", se dará una breve explicación de las diversas aplicaciones que tiene la energía atómica en otros campos además de su utilización como energético, y se comentarán los más recientes acuerdos entre México y las instituciones de otros países para la cooperación en el uso de ésta tecnología en los sectores social, industrial y agropecuario.

Por último, al haber desarrollado los cuatro capítulos anteriores, podremos llegar a las conclusiones que finalizan este trabajo, las cuales reflejan la posición personal de acuerdo con el conocimiento que se obtuvo a lo largo de la investigación.

Las conclusiones comprenden varios aspectos de la problemática nacional e internacional, no solo en la implementación de la industria nuclear, sino también en lo que se refiere al estudio de la coyuntura internacional, la diversificación energética, la soberanía de los recursos naturales, entre otros.

Como apoyo a ésta investigación, se incluye una serie de Anexos relacionados con el tema; mismos que contienen información acerca de los organismos internacionales sobre energía atómica; los efectos de la radiación en el hombre; datos sobre los yacimientos de uranio que existen en la República; así como una lista de los acuerdos internacionales más recientes que ha suscrito México con otros países en materia de cooperación científica nuclear.

Los análisis y las conclusiones realizados se han hecho en base a criterios desde el punto de vista de las Relaciones Internacionales y con apego a la información obtenida de las fuentes consultadas, esperando con ello que el trabajo cumpla con los objetivos propuestos señalados anteriormente.

CAPITULO I .

MARCO HISTORICO Y TECNICO PARA CONOCER EL CONTEXTO
DE LA ENERGIA NUCLEAR Y LA PRODUCCION DE URANIO .

1.1- DESARROLLO HISTORICO DE LA ERA ATOMICA Y DEL NUEVO "DERECHO NUCLEAR".

La historia del uranio como recurso estratégico en los proyectos militares y en la generación de energía controlada, se remonta desde su descubrimiento hasta los avances científicos que se han desarrollado en el presente siglo, por lo que es necesario conocerlos para poder abordar la problemática que se pretende analizar en este trabajo.

A fines del Siglo XVIII, en 1789, el científico alemán Martin Henrich Klaproth, es quien descubre el elemento uranio cuando lo separó de un mineral llamado "pechblenda" en forma de polvo negro. El pechblenda (Uranita pechblenda) es un mineral que se encuentra en la corteza terrestre y está catalogado como un óxido de uranio; como subproducto de su desintegración contiene plomo, helio y radio. El pechblenda es el producto de partida para

un gran número de minerales de uranio. ¹

Sus propiedades químicas eran muy diferentes a la de otros elementos conocidos en aquel tiempo y se le consideró de poca importancia, utilizándolo en raras ocasiones. El descubrimiento del planeta Urano en 1781 por Herschel, dió la idea Klaproth para llamar a este elemento "Uranio". ²

Pasaron más de 100 años y en 1896 en París, Henri Bequerel descubrió los efectos de una sal de uranio en las placas fotográficas, y cuando publicó los resultados de sus investigaciones sobre este fenómeno, los científicos Pierre y Marie Curie se abocaron a continuar esos estudios hasta descubrir nuevos elementos como el polonio y el radio.

Marie Curie dió el nombre de "radiactividad" a la propiedad que tiene el radio y otros elementos inestables de emitir radiaciones como producto de su desintegración. ³

En 1903 los científicos Ernest Rutherford y Frederic Soddy elaboraron una teoría que explicaba el fenómeno de la radiactividad a través del llamado "decaimiento radiactivo" (en el cual los materiales radiactivos al emitir radiación se transforman en otros elementos); y sobre la fragmentación del átomo, que en esa época se consideraba una unidad indivisible.

1) Brauns-Chudoba. Mineralogía Especial. México. Editorial UTHEA. 1966. Primera Edición: No. 39/39n. pp. 66 n. 67, 111 n. 112.

2) Bulbulian, Silvia. La Radiactividad. México. Editorial Fondo de Cultura Económica/S.E.P. 1987: Primera Edición. p. 13.

3) Ibidem. p. 19.

También explicaron que la radiación emitida por el uranio y otros elementos radiactivos estaba compuesta por 3 clases: radiación Alfa, Beta y Gamma. ⁴

Para 1912 ya se habían descubierto un gran número de materiales radiactivos, así como la propiedad que tienen los elementos de tener isótopos (o núcleos atómicos) diferentes aunque tuvieran propiedades químicamente iguales.

En el caso del uranio, este se encuentra en la naturaleza con diferentes isótopos: uranio 233, uranio 234, uranio 235 y uranio 238.

En ese tiempo, tampoco se conocía la existencia de los neutrones en los átomos hasta 1932 en que fueron descubiertos por el físico inglés James Chadwick, los cuales fueron decisivos en lo que después se conocería como "fisión nuclear".

Las investigaciones sobre la radiactividad artificial por los esposos Joliot-Curie y el físico italiano Enrico Fermi en 1934, que consistían en bombardear con partículas Alfa un elemento y lograr que este continúe emitiendo radiación por cierto período de tiempo, dió la pauta para que se experimentara con otros materiales utilizando esta vez, los neutrones recién descubiertos.

Fermi utilizó esta técnica, y de esa forma se produjeron nuevos núcleos radiactivos. Además se percató que el bombardear o emitir neutrones a una velocidad lenta, eran más fácil de ser capturados por un núcleo y producir así, una mayor radiactividad.

4) Ibidem, p.23.

Para mediados de la década de los Treintas ya se habían formado 3 grupos de investigadores en Europa encabezados por los más notables científicos: en Francia, por los esposos Joliot-Curie; en Italia por Enrico Fermi; y en Alemania por Otto Hahn y Lise Meitner.

Los experimentos con el uranio hicieron suponer que el núcleo de este elemento se rompía en dos fracciones para producir otros elementos radiactivos más ligeros como el lantano. Y fue hasta 1939 cuando el grupo alemán de Otto Hahn comprobó la hipótesis del rompimiento del uranio, denominando a este efecto como "fisión nuclear". 5

Como consecuencia de este descubrimiento, se publicaron varios artículos en Francia, Alemania y Japón; lo que provocó la inquietud de los científicos porque se pensó que ese proceso nuclear produciría una gran cantidad de energía. Albert Einstein ya lo explicaba en su Teoría de la Relatividad en 1905. Esto, sin embargo fue más allá cuando también se descubrió que la fisión nuclear liberaba nuevos neutrones que afectaban nuevamente a otro núcleo de uranio, y formar así una reacción en cadena.

De acuerdo con información del CONACYT, al hacer incidir un haz de neutrones sobre un núcleo de uranio, pueden suceder 3 fenómenos:

- 1- Una reacción de dispersión donde sólo se da un intercambio de energía en el núcleo y los neutrones.

5) Ibidem, p.80.

- 2-Una captura radiactiva de neutrones produciendo partículas Gamma o fotones de alta energía.
- 3-La fisión nuclear; donde el núcleo de uranio absorbe un neutrón, el cual choca con éste rompiéndolo en dos partes liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y en emisión de nuevos neutrones, produciendo la reacción en cadena. ⁶

Al haber comprendido el fenómeno de la fisión, el grupo de científicos franceses se enfocaron a estudiar la energía que se podía aprovechar de las reacciones de ese proceso; y nuevamente las potencias de aquellos años se enfrascaron en una carrera científica para utilizar este nuevo tipo de energía, ya que era potencialmente enorme. ⁷

Así se llegó a la conclusión de que para mantener una reacción en cadena en forma constante, se podía utilizar uranio enriquecido (235) o uranio natural (238) y la presencia de agua pesada para producir neutrones lentos, dentro de una instalación que llamaron "reactor", el cual controlaría el proceso de fisión del uranio y el flujo de energía desprendida.

Todos estos avances y descubrimientos integraban en forma paralela, los acontecimientos históricos que desencadenarían la Segunda Guerra Mundial.

-
- 6) Tonda, Juan. "El Reactor Nuclear". Información Científica y Tecnológica. Revista del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. CONACYT. Vol. 5. Agosto 1983. No. 83. p. 47.
- 7) Bulbulian, Silvia. Op. Cit. p. 82.

Un artículo de la revista "Información Científica y Tecnológica" relata que para 1939, Enrico Fermi y Neils Bohr estaban a la vanguardia en las investigaciones nucleares. En agosto de ese mismo año, el científico Leo Szilard y varios activistas húngaros convencieron a Albert Einstein de mandar una carta al presidente de Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt, para advertirle del peligro que existía en el descubrimiento de la fisión nuclear. 8

La carta hizo que se aceleraran las investigaciones de la fisión nuclear en Estados Unidos para impedir que los alemanes tomaran la delantera; pero esas investigaciones se enfocaron hacia la producción de la bomba atómica. Este fue el proyecto que lograron los norteamericanos gracias a que varios de los físicos más notables ya estaban exiliados en aquel país.

Pero antes de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki en agosto de 1945, Enrico Fermi y sus asistentes lograron construir en 1942 el primer reactor nuclear en Stagg Field, Chicago.

Así en 1942, comenzaron los primeros experimentos utilizando el uranio 238 y uranio enriquecido 235, y se integraron 2 equipos de científicos: Dunning, Both y Urey que trabajarían con uranio enriquecido; y el de Fermi, Szilard, Zinn y Anderson, con uranio natural.

Un poco más tarde, el gobierno norteamericano elaboró el proyecto bélico "Manhattan" dirigido por el científico Robert Oppen-

8) Tonda, Juan. Op.Cit. p.46.

heimer y el general Grooves, para la producción de las 3 primeras bombas atómicas en Los Alamos, Nuevo México a finales de la Segunda Guerra Mundial. ⁹

Al término de la Guerra, se construyeron reactores nucleares en Canadá, Francia, la Unión Soviética e Inglaterra; y Estados Unidos estableció la Comisión de Energía Atómica (USAEC), el cual fue presidida a finales de los Cuarentas por Robert Oppenheimer, cuya función era la de orientar la energía atómica hacia actividades pacíficas. A partir de entonces se pondría en boga el lema de "Átomos para la paz".

En julio de 1949 se anunció la primera explosión atómica por parte de la Unión Soviética, y con ese hecho se terminó el monopolio norteamericano en la posesión de armamento nuclear.

Ante esa situación el presidente de los Estados Unidos, Harry S. Truman, el Pentágono y las Comisiones competentes del Congreso discutieron la conducta a seguir. ¹⁰

En esos años ya se estaban realizando investigaciones para producir una reacción "termonuclear" mucho más potente que la reacción por fisión que se utilizó en las bombas de Hiroshima y Nagasaki. Así, el 31 de enero de 1950, el Secretario de Asuntos Exteriores y el Secretario de Defensa aprobaban la propuesta del presidente para un programa con el fin de fabricar la bomba termonuclear. ¹¹

9) Idem.

10) Camille Rougeron. Aplicaciones Industriales y Militares de la Explosión Termonuclear. España. Editora Nacional. 1956. Primera Edición. p.15.

11) Ibidem. p.18.

De esta manera los Estados Unidos inician la carrera armamentista de artefactos nucleares, lo que provocaría una mayor tensión a la guerra fría en los años posteriores y una amenaza constante de desencadenar una última guerra mundial.

La era atómica entraba en su apogeo, y una vez que Europa se había reconstruido, las nuevas potencias dieron mayor impulso a sus políticas para el aprovechamiento de este recurso estratégico, tanto en los proyectos de "defensa" como en la generación de energía eléctrica a través de reactores nucleares.

Estados Unidos dió la pauta en el uso de la energía atómica con fines pacíficos-comerciales a elaborar su ley de energía atómica de 1954. Para 1957 ya tenía lista su primera planta de uso comercial en Shippingport, Pensylvania para la generación de electricidad. 12

Fue entonces cuando surgió la necesidad de regular la energía nuclear, "...asi como dominarla y encausarla, no sólo en el orden técnico sino también en el orden del derecho"; debido al desarrollo creciente de proyectos para la construcción de reactores nucleares y la industria bélica en todo el mundo. 13

Ya desde 1945 había dado inicio la elaboración de las normas "reguladoras" sobre el uso de la energía nuclear en forma gene-

- 12) K.S. Shrader-Frochette. Energía Nuclear y Bienestar Público. España. Alianza Editorial S.A. 1983. Primera Edición. pp. 23 a 24.
- 13) Toñino Biscarolasuga, Isabel. Aspectos Legales del Riesgo y Daño Nuclear de las Centrales Nucleares. España. Editorial J.E.N. 1975. (Sin número de edición). p. 16.

ral para todas las naciones, y después a nivel interno con la creación de leyes e instituciones locales en la medida en que los países se iban desarrollando en esta rama tecnológica.

Lo anterior dió origen a una nueva rama del Derecho conocida como "Derecho nuclear". Varios autores han definido al Derecho nuclear como "un conjunto de principios y normas legales que regulan la actividad del Estado y la de todas aquellas personas individuales o jurídicas que se proponen utilizar la energía contenida en el núcleo del átomo". 14

El Derecho nuclear fue ganando terreno en el ámbito internacional, ya que se ha considerado que el uso pacífico o militar de la energía atómica es un problema de carácter universal que debe interesar a todos, tanto a naciones como a individuos.

La Carta de Naciones Unidas en 1945 inició con estas regulaciones de carácter general en su Artículo 1º, donde menciona que el propósito fundamental de la Organización (O.N.U.) es el de mantener la paz y la seguridad internacional; en el Artículo 23, al hablar sobre las funciones del Consejo de Seguridad; y los Artículos 57 y 63 donde se menciona que los órganos competentes para ejercer las funciones de la ONU estarán vinculadas con el Consejo Económico y Social, y se denominarán "Organismos especializados". 15

14) Ibidem. p.67.

15) Seara Vazquez, Modesto. Derecho Internacional Público. México. Editorial Porrúa S.A. 1988. Duodécima Edición. pp.442 a 443.

Entre los Organismos especializados de las Naciones Unidas destacan en cuanto a seguridad de energía nuclear, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en aspectos de radio protección, y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) para la seguridad de los trabajadores contra radiaciones en las instalaciones nucleares. 16

La primera Ley atómica de carácter nacional o local fue elaborada por los Estados Unidos el 1º de agosto de 1946, y en ese mismo año la Gran Bretaña promulgó su propia ley. Las dos se inspiran en el significado que tuvieron las explosiones de 1945 y asignan el control total de la investigación, producción, uso y disposición de esta nueva energía al Estado. Las leyes posteriores de los Estados Unidos, de 1954 y una enmienda en 1957, especifican los usos militares y pacíficos de esta energía, así como los riesgos y daños que pueden causar. 17

En 1957 se funda en Viena, Austria la Agencia Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.), la cual es la institución de carácter específico y de ámbito más universal al abarcar a la mayoría de los países con tecnología nuclear. En su Artículo 2 establece:

"El Organismo procurará acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero". 18

16) Tocino Biscrolasaga, Isabel. Op.Cit., p.75.

17) Ibidem., p.68.

18) Ibidem., p.75

En el Artículo 3 se mencionan las funciones y facultades para fomentar y facilitar la investigación, la aplicación práctica de ésta energía, proveer materiales, equipos e instalaciones, alentar la información científica y técnica, formación de recursos humanos y establecer salvaguardias para asegurar los fines pacíficos.¹⁹

Es necesario poner atención a lo que promueven estos Artículos ya que más adelante veremos si realmente se ha cumplido con esos objetivos para los países en desarrollo, especialmente en México, en la instalación de reactores con fines energéticos.

Otros de los Artículos importantes del estatuto del OIEA es el 15, que habla sobre el privilegio del Organismo para ejercer capacidad jurídica en cada uno de los Estados miembros a través de sus "acuerdos concertados por separado".²⁰

Más tarde, se crearon Convenios Internacionales entre los que destacan:

- Convenio de 1956, que fue firmado entre países del bloque socialista Europeo, la Unión Soviética, China, Mongolia y Corea del Norte; para la cooperación en el campo de la investigación nuclear.
- Convenio de París, de 1960 donde se proclama que los Estados firmantes aseguren una reparación adecuada y equitativa a las personas víctimas de daños causados por accidentes nucleares, y adoptar medidas para el uso pacífico de ésta energía.
- Convenio de Viena, de 1963 sobre normas de protección financiera

19) Ibidem, p.76.

20) Idem.

contra daños nucleares y responsabilidad civil.

-Convenio de Bruselas, de 1971 de la Organización Marítima Internacional (O.M.I.) relativo a la responsabilidad civil en la esfera del transporte marítimo de materiales nucleares.

-Convenio México-Londres-Moscú-Washington, de 1972 sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.

-Protocolo de Londres, de 1973 relativo a la intervención en alta mar en casos de contaminación por sustancias distintas de los hidrocarburos, elaborado por la OMI.

-Acuerdo de París, de 1974 sobre un programa internacional de energía.

-Convención de Viena, de 1979 sobre la protección física de los materiales nucleares.

-Convención de Viena, de 1986 en relación a la pronta notificación de accidentes nucleares.

-Convención de Viena, de 1986 sobre la asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica.

-Protocolo Común de Viena, de 1988 para la aplicación de la Convención de Viena y del Convenio de París. 21

Entre los Acuerdos de carácter universal en materia de desarrollo que tienen que ver con la energía nuclear sobresalen:

-Tratado del 5 de agosto de 1963; en el que se prohíben los ensa-

21) Organización de Naciones Unidas. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (U.N.E.P.). Registro de Tratados y otros Acuerdos Internacionales Relativos al Medio Ambiente. Nairobi. UNEP. 1988. (actualizado hasta el 31/XII/1988).

vos nucleares en la atmósfera, el espacio ultraterrestre, y debajo del agua.

-Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (T.N.P.); de 1968 aprobado por la Asamblea General de la ONU el 12 de junio de 1968, y entró en vigor el 5 de marzo de 1970.

-Tratado Londres-Moscú-Washington, de 1971 sobre la prohibición de emplazar armas nucleares en los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo.

Y para un posterior análisis se mencionará:

-Tratado de Tlatelolco, de 1967 para la desnuclearización de América Latina. 22

Respecto al T.N.P. de 1968, se estableció un sistema de salvaguardias en coordinación con la Agencia Internacional de Energía Atómica para verificar el cumplimiento de lo estipulado en dicho Acuerdo. El Tratado supuestamente no afecta el derecho de los Estados para desarrollar la investigación, producción y la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos, así como el derecho de los Estados no poseedores de armas atómicas a tener acceso a los beneficios de la aplicación pacífica de esta energía. 23

En el Anexo se han agrupado algunas de las principales organizaciones internacionales, regionales, nacionales y de carácter privado que ayudan al establecimiento de la legislación sobre el uso pacífico, la seguridad y la cooperación entre Estados en

22) Seara Vazquez, Modesto. Política Exterior de México. México. Editorial Harla S.A. 1985. Tercera Edición. p.97.

23) Sorensen, Max. Manual de Derecho Internacional Público. México. Editorial Fondo de Cultura Económica. 1985. Tercera Edición. p.732.

materia nuclear.

Sin embargo, los problemas que se han presentado en cada uno de los países en este campo, es lo que ha enriquecido la legislación y generan nuevas polémicas en torno al uso de la energía atómica; como es la cuestión de la prevención y control de accidentes en los reactores nucleares, la indemnización y la responsabilidad por accidentes de ésta índole; y sobre la contaminación por residuos radiactivos a la población y al medio ambiente.

Cabe hacer mención que en lo referente a accidentes nucleares, los más graves que han ocurrido hasta la fecha han sido el del reactor # 2 de la nucleoelectrica de "Three Mile Island", Pennsylvania, Estados Unidos en 1979; en el cual hubo una fuga de gases radiactivos y el calentamiento del núcleo del reactor durante 15 hrs. aproximadamente. Este accidente fue controlado por los técnicos y las consecuencias fueron la fuga de los gases radiactivos cuyo índice fue de sólo 8 mrems; según los estudios sobre radiación, ésta dosis es inofensiva para el hombre y el medio ambiente. 24

El otro accidente fue el del reactor # 4 de la central nucleoelectrica de Chernobyl, Ucrania en la Unión Soviética en 1986 en la cual hubo los siguientes daños:

- Explosión del reactor por bloqueo del sistema de enfriamiento.
- Daños en el edificio del reactor.
- Esparcimiento de combustible nuclear incandescente.
- Emisiones de radiación (10 rems) durante 6 días.

24) Ver Anexo sobre los niveles de radiación y sus efectos.

- 31 miembros del personal murieron y cerca de 300 personas fueron hospitalizadas por radiación y quemaduras.
- Contaminación en 60 kms. a la redonda, afectando a las poblaciones aledañas, bosques y ríos que atraviesan países circunvecinos.
- Necesidad de dotar a la población con pastillas de potasio para contrarrestar los efectos del yodo 131.
- Necesidad de enterrar totalmente el reactor # 4. 25

Como comparación del accidente de Pensylvania y el de Chernobyl, se puede decir lo siguiente:

Los accidentes fueron provocados por fallas humanas y de los dispositivos de medición de los reactores. En el accidente de Pensylvania, las fallas se centraron en el entrenamiento del personal técnico, en los manuales de procedimientos, en la falta de comunicación e incertidumbre en la toma de decisiones del operador.

En el accidente de Chernobyl, la causa fue haber realizado pruebas experimentales estando el reactor en pleno funcionamiento y sin previo aviso a las autoridades, a la negligencia por parte del personal y al haber realizado dichas pruebas teniendo los sistemas de emergencia desconectados.

Los reactores con diseño "occidental" cuentan con paredes escalonadas en sus edificios para evitar que el material radiactivo escape al exterior, así como filtros de carbón para la absor-

-
- 25) Información obtenida de la Tesis Profesional de Mitzunaga Magaña, Erika. Contaminación Nuclear (Una Perspectiva Internacional). México. U.N.A.N., E.N.E.P. Acatlán. Carrera de Relaciones Internacionales. 1988. pp.65 a 101.

ción de gases. Los diseños soviéticos al parecer no cuentan con estos sistemas. 26

Hay que admitir que los reactores nucleares no son infalibles, pero las modificaciones a los sistemas de seguridad realizados por la OIEA a raíz de las experiencias antes señaladas, hacen que la posibilidad de un accidente de tales magnitudes sea muy remota. Incluso podría decirse que los reactores son instalaciones más seguras que las de los hidrocarburos, debido a los múltiples sistemas de enfriamiento del núcleo que pueden actuar mecánica o electrónicamente en caso de alguna anomalía.

En los puntos subsecuentes se dará una somera explicación sobre el funcionamiento de un reactor y de las fases del combustible nuclear, para después analizar la situación de México en ésta área energética.

1.2 · PRINCIPIOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE UN REACTOR NUCLEAR Y SU SEGURIDAD.

En este punto se verá el funcionamiento de los reactores nucleares y su seguridad, ya que es importante tener bases elementales sobre este tipo de tecnología para entender el problema que padece nuestro país en la generación de energía eléctrica por medio de los reactores de Laguna Verde.

El reactor nuclear es un sistema en el cual "se libera calor como producto de la fisión nuclear controlada y se aprovecha para generar electricidad, producir radioisótopos y hacer investigaciones científicas". 27

Generalmente el reactor requiere para su funcionamiento pastillas de uranio como combustible y debe contar con instalaciones

27) Tonda, Juan. Op.Cit., p.46.

y equipo especial. Los componentes básicos son los siguientes:

- Barras de combustible.
- La fuente de neutrones.
- El moderador.
- El reflector.
- Barras de control.
- Refrigerante. 28

Todos los componentes citados anteriormente varían según el tipo de reactor, y todos deben estar protegidos para evitar la fuga de radiaciones por medio de una gruesa capa de concreto armado.

Barras de combustible:

El combustible nuclear se prepara cuando se obtiene el dióxido de uranio (UO₂) en forma de pastillas de 1 cm. de diámetro por 1 cm. de ancho, las cuales se introducen en tubos herméticos de un material llamado zircaloy de 4 m. de largo. Los tubos se ensamblan en unas placas a los extremos y así queda constituido lo que se conoce como barras de combustible nuclear. El uranio que se utiliza para fabricar las pastillas por lo regular es uranio natural (238) o uranio enriquecido (235).

La fuente de neutrones.

Puede ser de polonio, berilio o radón-berilio. Esta fuente se acerca a las barras de combustible para iniciar el proceso de fisión.

28) Ibidem. p.47.

El moderador.

Se encuentra alrededor de las barras de combustible, el cual frena los neutrones y ayuda a producir un mayor efecto de fisión.

El moderador puede estar compuesto de agua pesada (deuterio), agua natural, berilio o gráfita.

El reflector.

Reduce pérdidas de neutrones en las paredes del núcleo del reactor.

Barras de control.

Estas barras se sumergen en el moderador y su función es absorber los neutrones y frenar el proceso de fisión; están hechas de boro o cadmio y son las que controlan la potencia del reactor e incluso lo pueden parar inmediatamente si así se requiere mediante una acción que se le denomina "scram".

Refrigerante.

Es un fluido que puede ser de agua, sodio líquido, helio, dióxido de carbono o una mezcla de sodio y potasio. El refrigerante absorbe el calor generado por la fisión y lo transporta fuera del núcleo del reactor. 29)

Además del refrigerante, existen otros sistemas de enfriamiento por agua para garantizar la seguridad del núcleo. Si estos sistemas fallan, entrarían en acción los Sistemas de Enfriamiento de Emergencia del Núcleo conocidos como E.C.C.S., que evitan que se alcancen temperaturas de más de 1500° C. que podrían ocasionar la fundición del núcleo. A su vez el ECCS lo constituyen

29) Ibidem. p.48.

los Sistemas de Aspersión de Alta Presión, el de Baja Presión y el Sistema de Inyección de Refrigerante de Baja Presión; lo que da un porcentaje muy alto en la seguridad del reactor.³⁰

Finalmente, el calor generado se aprovecha para producir vapor de agua que se traslada a una turbina instalada en un generador de electricidad.

En el cuadro 1.1 se muestra un diagrama sencillo de la forma en que actúan cada uno de los componentes.

En el cuadro 1.2 se presenta un dibujo detallado de un reactor tipo B.W.R.

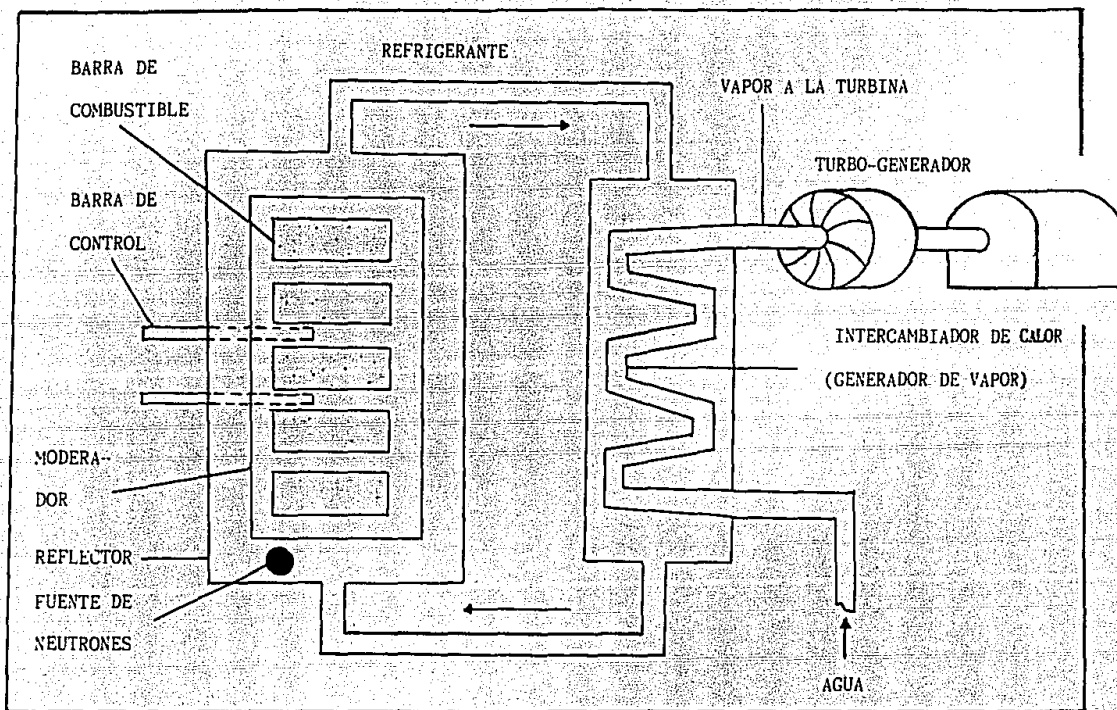
En el cuadro 1.3 aparece un reactor instalado dentro de una central nucleoelectrónica.

Sobre la seguridad internacional de los reactores nucleares, la Agencia Internacional de Energía Atómica ha establecido diversos programas para facilitar a los Estados Miembros la organización en los aspectos de la seguridad en esas instalaciones.

En 1981 la OIEA elaboró el programa "Normas de Seguridad Nuclear" (NUSS), que consistió en una serie de códigos de práctica y guías de seguridad publicados en 50 tomos.

Los códigos de práctica y guías de seguridad son recomendaciones que la Agencia formula para que sean utilizadas por los Estados miembros "dentro del contexto de sus propios requisitos nacionales de seguridad nuclear". México forma parte de este Organismo.

30) Comisión Federal de Electricidad. Del Fuego a la Energía Nuclear. México. Editora, Crónografica S.A. de C.V. 1988, Tercera Edición, pp.48 a 49.



Cuadro 1.1. Diagrama esquemático de un reactor nuclear.

Fuente: Tonda, Juan. "EL Reactor Nuclear". Información Científica y Tecnológica.
 Revista del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. CONACYT.
 Vol.5. Agosto 1983. No.83. p.48.

Reactor BWR-5

- 1. Rociador y válvula de la tapa de la vasija
- 2. Cajas de frenamiento del secador de vapor
- 3. Ensamble del secador de vapor
- 4. Salida de vapor a la turbina
- 5. Entrada de agua para aspersión del núcleo a alta presión
- 6. Ensamble del separador de vapor
- 7. Entrada de agua de alimentación
- 8. Esprea de agua de alimentación
- 9. Entrada de inyección de agua de enfriamiento
- 10. Tubería de aspersión del núcleo
- 11. Esprea de aspersión del núcleo
- 12. Reja superior del núcleo
- 13. Ensamble de las bombas de chorro
- 14. Corza del núcleo
- 15. Ensamble de combustible
- 16. Barra de control
- 17. Placa de soporte del núcleo
- 18. Entrada de agua de recirculación
- 19. Salida del agua de recirculación
- 20. Soporte de la vasija
- 21. Muro de blindaje
- 22. Mecanismos impulsores de las barras de control
- 23. Tuberías hidráulicas de las barras de control
- 24. Canales para instrumentación

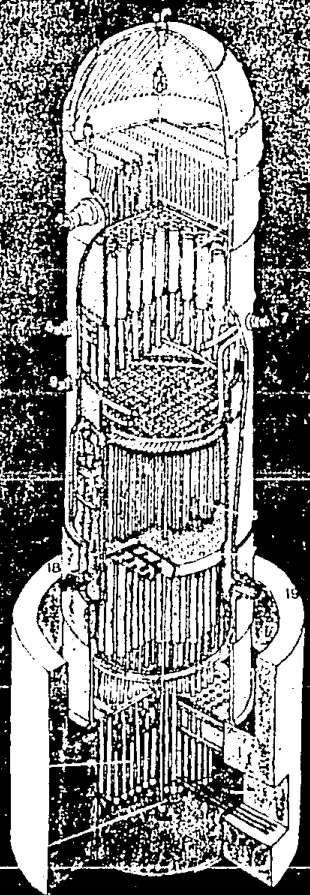


Diagrama en perspectiva de un Reactor de Agua Hirviente (BWR)

Cuadro 1.2. Dibujo en detalle de un reactor tipo B.W.R.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad. De El Fuego a la Energía Nuclear. México, Editora, Cronográfica S.A de C.V. 1988. Tercera Edición. p.26.

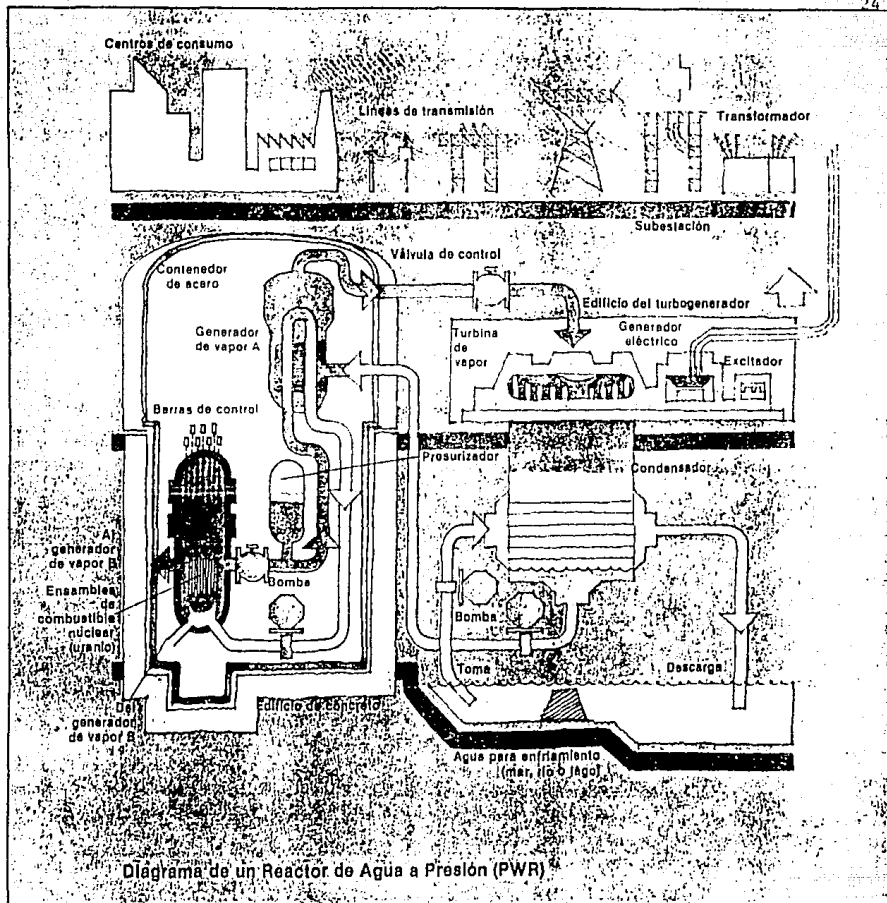


Diagrama de un Reactor de Agua a Presión (PWR)

Cuadro 1.3. Dibujo de un reactor nuclear instalado en una central nucleoelectrica.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad. Del fuego a la Energía Nuclear. México. Editora Cronográfica S.A. de C.V. 1988. Tercera Edición. p.33.

Se menciona que un Estado miembro que desee concertar un acuerdo con el Organismo para tener su asistencia en relación con el emplazamiento, construcción, puesta en servicio, funcionamiento o cierre definitivo de una central nuclear, deberá observar las indicaciones de dichos códigos y guías que se refieren a las actividades comprendidas por el acuerdo. También se menciona que "...las últimas decisiones y las responsabilidades jurídicas en todo procedimiento de concesión de licencias o autorizaciones, incumben al Estado miembro de que se trate". 31

Los códigos del programa NUSS abarcan:

- Organizaciones regionales para la reglamentación de las centrales nucleares.
- La seguridad en su emplazamiento.
- Diseño.
- Calidad en los sistemas de seguridad.

En estos aspectos, se establecen los objetivos y requisitos mínimos que hay que cumplir para el adecuado funcionamiento de las centrales nucleares. 32

Los sistemas que constituyen la seguridad de un reactor son los siguientes:

- Dispositivos eléctricos-computarizados.

31) Organismo Internacional de Energía Atómica. "Sistema de Protección y Dispositivos en Centrales Nucleares" Colección Seguridad. Revista sobre seguridad del O. I. E. A. Viena. 1981. No. 50-SG-D3. Prefacio. Declaraciones del Director General.

32) Idem. Declaraciones del Grupo Asesor Superior.

- Dispositivos mecánicos.
- Sistema de instrumentación y control.
- Sistema de protección.
- Sistemas activos de seguridad.
- Equipos auxiliares del Sistema de seguridad. 33

A su vez, los procedimientos que deben seguirse en caso de una situación anormal son:

- 1- Parada del reactor en condiciones de seguridad.
- 2- Mantenimiento de la presión del refrigerante.
- 3- Eliminación del calor residual durante incidentes operacionales.
- 4- Iniciación de acciones de seguridad.
- 5- Refrigeración de emergencia del núcleo.
- 6- Aislamiento de la contención del reactor en condiciones de accidente.
- 7- Reducción de la presión y la temperatura.
- 8- Descontaminación de la contención.
- 9- Aislamiento de los efluentes de los desechos radiactivos.
- 10- Control de los materiales radiactivos en suspensión en el aire. 34

Uno de los grupos que se encargan de la seguridad en las centrales nucleares del OIEA, lo constituye la International Nuclear Safety Advisory Group. (INSAG), Grupo Consejero sobre Se-

33) Ibidem. pp.1 a 2.

34) Ibidem. pp.3 a 4.

guridad Nuclear Internacional, el cual después del accidente de Chernobyl, participó en una Convención en Viena para recomendar la formulación de principios básicos de seguridad para cada uno de los tipos de reactor.

Los más recientes "principios básicos" se clasifican en 2 clases:

a) Principios fundamentales; que hacen referencia a:

- Manejo de responsabilidades.
- Prevención de accidentes.
- Prácticas de prueba.
- Calidad de los sistemas de seguridad.
- Factores humanos.
- Protección radiactiva.

b) Principios específicos:

- Factores externos que afectan a la central.
- Diseño de equipo.
- Planes de emergencia.
- Operación y entrenamiento del personal.
- Control de accidentes. 35

Los reactores se clasifican según sus sistemas de enfriamiento, el combustible que utilizan y sus características técnicas.

En el cuadro 1.4 se muestra una lista de los tipos de reac-

35) International Atomic Energy Agency. "Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants". Safety Series. Revista sobre seguridad del O.I.E.A. Viena. 1988. No. 75-INSAG-3. (contenido).

tores que existen actualmente en varios países del mundo.

La tecnología de los reactores que se construyen hoy en día, debe cumplir con todas las normas de seguridad en sus instalaciones desde que son cargados con el combustible nuclear, hasta en los métodos y depósitos de almacenamiento de desechos radiactivos.

En cuanto a la eficiencia de un reactor, ésta puede mejorar por medio de una elevación de la temperatura de combustión o una disminución de la temperatura de enfriamiento; sin embargo, no es posible llegar a una eficiencia del 100 %, ya que generalmente se obtiene solo el 30 % de eficiencia dependiendo del tipo de planta. 36

Es ahora cuando surge la pregunta: ¿Porqué los países se interesan en la generación de energía a través de reactores nucleares si para ello se requiere instalaciones especiales, alta tecnología y se obtiene una eficiencia relativamente baja?

La respuesta se encuentra analizando las fuentes de energía que tenemos en las que destacan los combustibles fósiles (petróleo y gas) y el carbón; los cuales no son renovables y tendrán que agotarse en un futuro próximo.

Ante esta situación, es necesario buscar otras alternativas, y la energía nuclear representa actualmente el único recurso suplementario de los combustibles fósiles desde el punto de vista económico. Los combustibles nucleares tienen la ventaja de ser

36) Fortes, Nauricio. "El Origen de la Energía". Información Científica y Tecnológica. Revista del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. CONACYT. Vol. 5. Julio 1983. No. 82. p. 12.

TIPOS DE REACTORES NUCLEARES.

SIGLAS EN INGLES.	CARACTERISTICAS.
B.W.R.	REACTOR DE AGUA A PRESION Y URANIO ENRIQUECIDO.
P.W.R.	REACTOR DE AGUA HIRVIENDO Y URANIO ENRIQUECIDO.
C.A.N.D.U.	REACTOR DE AGUA PESADA COMO MODERADOR, URANIO NATURAL Y BARRAS DE COMBUSTIBLE PRESURIZADAS.
H.T.G.R.	REACTOR QUE USA COMO REFRIGERANTE HELIO GASIFICADO A ALTA TEMPERATURA Y GRAFITO COMO MODERADOR.
F.B.R.	REACTOR RAPIDO DE CRIA EN EL QUE A PARTIR DE NEUTRONES RAPIDOS, SE PRODUCE PLUTONIO SIN NECESIDAD DE CAMBIAR LAS BARRAS DE COMBUSTIBLE.

Cuadro 1.4. Tipos de reactores nucleares. En algunas fuentes pueden variar las iniciales en cada uno de los tipos, pero básicamente así se identifican internacionalmente.

Fuente: Tonda, Juan. "El Reactor Nuclear". Información Científica y Tecnológica. Revista del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología México. CONACYT. Vol.5. Agosto 1983. No.83. p.48.

sumamente compactos y producen 20,000 veces más calor por unidad de uranio que la misma equivalencia en carbón, a pesar de la baja eficiencia del reactor que se comentó anteriormente. 37

Las nuevas alternativas que ahora existen para generar energía tienen sus pros y sus contras -al igual que el petróleo, el carbón y la energía nuclear-, lo que indica que es necesario hacer una reflexión sobre las posibilidades de su aplicación en nuestro país a mediano y largo plazo. 38

37) Idem.

38) En el Capítulo IV se hará una descripción de algunas de esas alternativas.

1.3- EL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR A PARTIR DE LA EXPLORACION DEL URANIO.

Ahora veremos como se localizan los yacimientos de uranio y el proceso que se sigue para elaborar las pastillas de éste mineral que entran en el núcleo del reactor, conocidas como combustible nuclear.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares define como "combustible nuclear" a los compuestos que producen energía calorífica por proceso de combustión y que se emplean en los reactores nucleares, siendo el elemento uranio el punto de partida para los diferentes tipos de combustible nuclear, entre los que destacan el uranio natural 238, uranio enriquecido 235, y más recientemente el uranio 239 que es subproducto del proceso de fisión del uranio. 39

39) Ponce M., Antonio. "El Ciclo del Combustible Nuclear". 3 Serie
Divulgación. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones
Nucleares. México. I. N. I. N. Marzo 1980. No. 3. pp. 1 a 5.

Para elaborar el combustible nuclear es necesario seguir una serie de procesos químicos-industriales que deben eliminar las materias extrañas provenientes de la extracción en bruto, es decir, beneficiarlo o purificarlo, y así obtener un "concentrado de uranio".

Los procesos desde la exploración son los siguientes:

Exploración.

El uranio es relativamente abundante en la corteza terrestre e incluso en el agua de mar. Si se pudiera aprovechar, quedarían cubiertas las necesidades mundiales de este recurso por varios años; pero económicamente no es redituable explotarlo sólo si se encuentra en altas concentraciones de cuando menos 1 kg. de uranio por tonelada de suelo. 40

La exploración de uranio tiene el objetivo de encontrar y caracterizar los yacimientos que sean económicamente aprovechables con las técnicas con que se cuentan. Y para realizar la exploración se recurre a la geología, en el cual se emplean los métodos:

- Geofísicos. (Con el uso de espectómetros o la radiometría aérea).
- Geoquímicos. (Detección por análisis químico en vegetales o minerales). 41

Al suponer la existencia de un yacimiento a través de los muestreos, y si se determina que es económicamente explotable, la cantidad calculada de uranio en ese yacimiento se suma a las denominadas "reservas probadas", finalizando así la etapa de explo-

40) Ibidem. p.2.

41) Ibidem. p.3.

ración para poder pasar al proceso de minería.

Minería.

La extracción del uranio es igual a los métodos utilizados para otros minerales, excepto en los cuidados que se deben tener por ser material radiactivo, principalmente cuando se trabaja en túneles por la respiración de polvos y gases; si se trabaja a cielo abierto este problema se reduce "al mínimo". 42

Cuando se ha hecho la extracción del mineral del yacimiento, la cantidad de uranio es muy baja (aproximadamente 1 kg. por tonelada), por lo que es necesario pasar al proceso de concentración del uranio o "beneficio".

Beneficio.

Es la etapa donde el mineral es tratado químicamente con ácidos, solventes y soluciones para concentrarlo y eliminar otras impurezas.

Al concentrado de uranio obtenido se le llama "yellow cake" (pasta amarilla) o U308; el cual es objeto de comercio en el mercado internacional, ya que a partir de este compuesto se siguen las otras etapas del combustible.

Después de la etapa de concentración del mineral, continúa la fase de fabricación del combustible nuclear. En ella existen determinados procedimientos industriales según sea el tipo de combustible que se piense producir. Los más comunes son los "ciclos" del combustible del uranio natural, y del uranio enriquecido.

42) Idem.

Ciclo del uranio natural.

Cuando se ha obtenido el concentrado de uranio, se procede a su refinación y reducción, la fabricación del combustible y el almacenamiento de combustibles quemados. 43

-Refinación y reducción.

El concentrado de U308 aún se encuentra en un estado impuro, por lo que se hace un proceso de refinación por medio de ácidos y solventes hasta obtener dióxido de uranio (UO_2); que es un polvo negro con el que se sigue la fabricación del combustible.

-Fabricación del combustible.

El polvo de dióxido de uranio se convierte en pastillas de 1 cm. de largo y ancho; las cuales se introducen en tubos de zircaloy y al taparse queda elaborada una barra de combustible.

La formación de varias de estas barras instaladas en una placa especial por ambos extremos, es lo que constituye el combustible listo para fisiónarse en el reactor.

-Almacenamiento de combustibles quemados o fisiónados.

Una vez que se consumen las barras de combustible, lo que queda son productos de fisión altamente radiactivos que deben ser almacenados en algún lugar seguro, ya sea en albercas especiales en las propias instalaciones del reactor o en almacenes subterráneos.

Más adelante se presentarán algunas consideraciones sobre el tema del almacenamiento de residuos radiactivos, ya que es uno

43) Ibidem. p.4.

de los problemas que provocan la oposición al uso de reactores nucleares.

Ciclo del uranio enriquecido.

Para este ciclo, además de las etapas mencionadas anteriormente, incluye otras como la conversión del UO_2 a UF_6 , el enriquecimiento y la reconversión.

-Conversión a UF_6 (Hexafluoruro de uranio).

Para enriquecer el uranio primero tiene que "fluorizarse" a través de métodos químicos con fluoruro de hidrógeno para alcanzar el nivel UF_6 .

-Enriquecimiento de uranio

Como el uranio enriquecido se fisiona más fácil, generando una mayor electricidad, muchos países han instalado reactores del tipo B.W.R.; pero el proceso del uranio 235 es muy complicado cuando se trata de producir en cantidades industriales.

Los métodos para enriquecer el UF_6 pueden ser por medio de difusión gaseosa, o por centrifugación gaseosa de moléculas. Cuando el UF_6 está enriquecido, se traslada a una planta de "reconversión".

-Reconversión.

En este proceso se debe pasar el uranio ya enriquecido al estado de dióxido de uranio por medio de amoníaco, y una vez que se tiene el UO_2 , se envía a la fábrica de combustibles. 44

Al conocer el ciclo del combustible nuclear, queda la discusión sobre el problema ecológico, económico y técnico que repre-

44) Ibidem. pp.4 a 6.

senta el almacenamiento de los residuos radiactivos de los reactores y de los combustibles quemados.

La variedad de residuos radiactivos se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos; los cuales pueden ser de alta, mediana y baja intensidad. A cada uno de estos tipos se les da un tratamiento específico con los avances técnicos que se han desarrollado con el fin de eliminar al máximo la radiactividad que hay en ellos.

Los residuos líquidos y gaseosos son generalmente de baja intensidad y se presentan en forma de vapor o agua mezclada con desechos químicos. Estos son recogidos y sometidos a un proceso de filtrado a base de resinas y posteriormente son descargados al exterior si su nivel radiactivo se ha reducido a un nivel aceptable. 45

Los residuos sólidos pueden ser equipo que sufrió contaminación radiactiva así como los ensamblajes de combustible cuando ya terminó su vida útil y son desalojados del reactor.

El combustible nuclear fisiónado es el mayor problema para su almacenamiento ya que tiene un nivel mucho mayor de radiactividad.

El método que se emplea normalmente, es el almacenamiento temporal en albercas especiales que se encuentran en las mismas instalaciones del reactor durante 12 meses, para que su nivel de ra-

45) Comisión Federal de Electricidad. Op.Cit. p.53.

diactividad disminuya "en más de un 97 %". 46

Cuando se trata de otros residuos sólidos aparte del combustible nuclear, se guardan en barriles de acero especiales y se mezclan con resinas, asfalto o cemento para después almacenarlos en lugares seguros.

Hasta aquí es el método de almacenamiento temporal en una primera fase; la segunda consiste en el almacenamiento definitivo.

Esta última fase puede ser el resguardo de los barriles o contenedores de desechos en los siguientes lugares:

- a) En un almacén subterráneo de aproximadamente 600 metros de profundidad dentro de una área geológica estable sin la existencia de ríos subterráneos que puedan provocar el esparcimiento de los residuos radiactivos. O bien, en una área salina donde supuestamente no hay agua.
- b) El almacenamiento temporal de los contenedores durante 30 ó 40 años en un lugar seguro en la superficie para que disminuya el nivel de radiactividad y la temperatura de los mismos en un buen porcentaje; por lo que el tamaño y la inversión para la construcción del almacén subterráneo también disminuye. 47
- c) el reprocesamiento del combustible nuclear, en el caso del uranio enriquecido, por medio de una planta especial y con una tecnología avanzada para que se puedan recuperar nuevamente el uranio junto con otros elementos como el plutonio que se utiliza

46) Idem.

47) Ibidem. p. 54.

para la fabricación de armas nucleares, y los radioisótopos que se pueden aplicar en la industria, medicina y el sector agropecuario. El procesamiento de combustible trae consigo la reducción de desechos radiactivos originales, pero los costos de su industrialización son bastante elevados y se vuelven a generar nuevos desechos. 48

Entre la búsqueda de otras alternativas, se encuentran los proyectos de Estados Unidos para enterrar sus residuos radiactivos bajo el lecho marino por medio de embarcaciones especiales.

Suecia -se dice- está haciendo algo similar, excepto que construirá túneles desde tierra firme hacia el subsuelo del Mar Báltico para trasladar sus desechos. 49

Otra alternativa que también se está investigando es la vitrificación de los residuos, es decir, mezclarlos con vidrio de borosilicato que tiene propiedades estables.

Y el otro proyecto que tal vez sea a muy largo plazo es el envío de los residuos al espacio exterior, a través de naves espaciales, según estudios realizados en los años Setentas entre la N.A.S.A. y el Departamento de Energía de Estados Unidos. 50

48) Idem.

49) Hernaéz, Salvador. "Los Funerales del Atomo". Muy Interesante. Revista Mensual, México. Dir. Hoyos S. Pilar, Octubre 1990. No. 10. p. 44.

50) K.S. Shrader-Frechette. Op.Cit. p. 34.

En el cuadro 1.5 se muestra un dibujo sobre las formas de almacenamiento de residuos radiactivos que se están poniendo en práctica actualmente.

Cualquiera de las opciones que se decida implementar para el almacenamiento final de los desechos radiactivos, siempre implicará un gran gasto financiero. La política de los países con tecnología nuclear ha sido el de mantener lejos sus desechos; e incluso existen en algunos países, empresas privadas que ofrecen sus servicios para el tratamiento y resguardo de esos desechos.

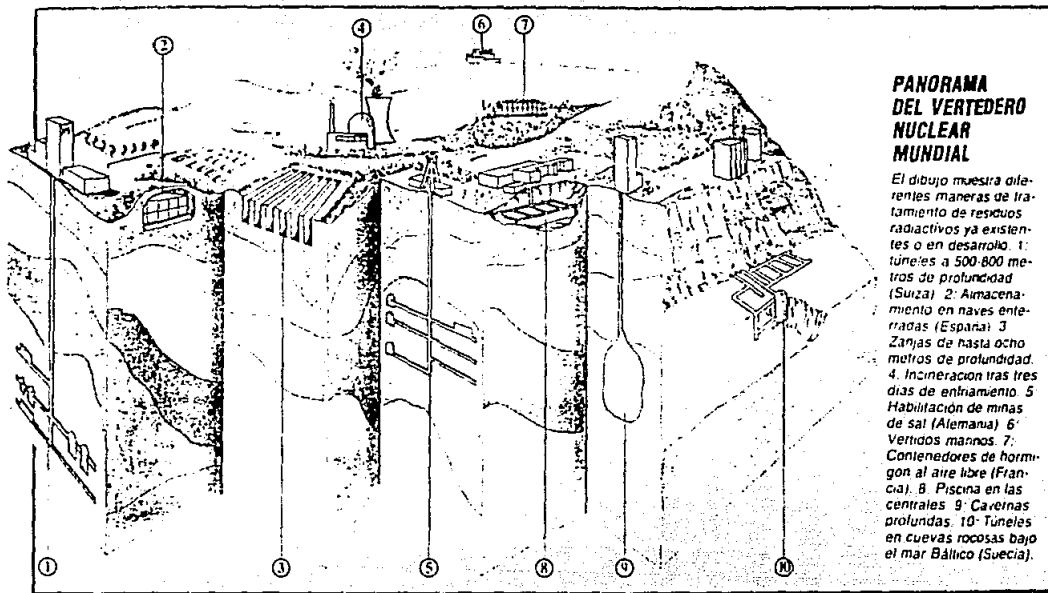
De cualquier forma, el Estado o las compañías privadas han preferido utilizar la práctica de "eliminación" que la de "resguardo".

Aquí es cuando entra en relación el tema de la contaminación radiactiva; el cual ha sido el primer argumento en contra de la utilización de reactores nucleares para generar energía, y cuya responsabilidad queda en manos del Estado o los concesionarios nucleares privados.

Brevemente podemos encontrar que la opción más fácil para los países que tienen nucleocelétricas, ha sido utilizar los océanos como basureros radiactivos; el cual era o es una práctica común para la eliminación de residuos.

Pero el temor de que se deterioraran los contenedores en el fondo marino, provocando una contaminación de magnitudes desconocidas y el no poderlos recuperar en un momento determinado, dió motivo para establecer una moratoria que fue aprobada en una Convención de Londres en 1984 y ratificada en 1987 y 1989.⁵¹

51) Hernáez, Salvador. Op.Cit., p.44.



PANORAMA DEL VERTEDERO NUCLEAR MUNDIAL

El dibujo muestra diferentes maneras de tratamiento de residuos radiactivos ya existentes o en desarrollo. 1. Túneles a 500-800 metros de profundidad (Suiza). 2. Almacenamiento en naves enterradas (España). 3. Zafas de hasta ocho metros de profundidad. 4. Incineración tras tres días de enterramiento. 5. Habitación de minas de sal (Alemania). 6. Vertidos marinos. 7. Contenedores de hormigón al aire libre (Francia). 8. Piscina en las centrales. 9. Cavernas profundas. 10. Túneles en cuevas rocosas bajo el mar Báltico (Suecia).

Cuadro 1.5. Formas de almacenamiento de residuos radiactivos.

Fuente: Hernaéz, Salvador. "Los Funerales del Atomo". Muy Interesante. Revista Mensual. México. Dir. Hoyos S. Pilar. Octubre 1990. No. 10. p. 38.

Tan solo se dice que Estados Unidos arrojó "90,000 bidones con todo tipo de residuos al Océano Pacífico; e Inglaterra, Bélgica, Holanda y Suiza hicieron lo mismo con 100,000 bidones en el Océano Atlántico". 52

La moratoria antes mencionada tuvo la oposición de Estados Unidos, Suiza, Japón, los Países Bajos e Inglaterra y tendrá vigencia "hasta que se realicen unos estudios definitivos sobre su impacto radiológico en la fauna y flora marina". El estudio terminará en 1991, pero a pesar de la moratoria, es casi seguro que estos países continúan arrojando sus desechos radiactivos al mar, o en el mar de otras naciones, debido a la imposibilidad de vigilar las actividades de todos los barcos que navegan en alta mar y por la facilidad de que los viertan sin que se les pueda comprobar ésta actividad ilícita.

No sólo se han descubierto los casos de contaminación radiactiva en los mares, sino también en los ríos, en los basureros y hasta en los drenajes de algunas ciudades, ya sea que fueron producidos por reactores o que hayan provenido de hospitales que poseen aparatos radiactivos.

Lo anterior fue una explicación de la última etapa del combustible nuclear, para que posteriormente se analicen los argumentos que están en contra del uso de la energía nuclear en México, y que se enfocan principalmente a la contaminación radiactiva y a la seguridad pública.

52) Idem.

CAPITULO II.

ANALISIS DE LA PROBLEMATICA INTERNA SOBRE LA
ENERGIA NUCLEAR Y LA PRODUCCION DE URANIO EN
MEXICO.

2.1- PERIODO 1957 - 1978.

En este capítulo se hará una secuencia sobre el desarrollo de las actividades que realizó el Estado para contar con una industria que lograra la extracción y fabricación de combustibles nucleares, y la puesta en marcha de la central nucleoelectrica de Laguna Verde como una nueva fuente de energía en el país.

Además de esas acciones, se analizarán los problemas internos que impidieron el cumplimiento de los programas en esta área, así como el asunto de Laguna Verde, para llegar a una conclusión sobre la eficacia de la planta.

Como se vió en el Capítulo I, en 1954 Estados Unidos inició sus programas nucleoelectricos de carácter privado con una legislación más o menos desarrollada en ese campo, después, varios países hicieron lo mismo para explotar este nuevo tipo de energía.

México inició sus actividades en el área de la investigación nuclear en 1957 durante el gobierno del presidente Adolfo Ruiz

Cortines con la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (C.N.E.N.) para explorar, explotar y beneficiar los minerales radiactivos.

Estas actividades se llevarían a cabo en base a lo que dispone los Artículos 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los cuales señalan que:

Artículo 27.

"La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originariamente a la Nación...

"Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o substancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos que constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria;... los combustibles minerales sólidos... y el espacio situado sobre el territorio nacional en la extensión y términos que fije el derecho internacional.

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

"Corresponde también a la Nación el aprovechamiento de los

combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones en otros propósitos. El uso de la energía nuclear solo podrá tener fines pacíficos". 53

Artículo 28.

"No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las áreas estratégicas a las que se refiere este precepto: acuñación de moneda; correos, telégrafos, radiotelegrafía y la comunicación vía satélite; emisión de billetes por medio de un solo banco, organismo descentralizado del Gobierno Federal; petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de energía nuclear; electricidad; ferrocarriles y las actividades que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión". 54

Al quedar así conferidas las actividades en materia nuclear al Estado, las exploraciones de uranio iniciaron con el descubrimiento de yacimientos en los Estados de Chihuahua, Tamaulipas, Sonora, Oaxaca, Durango y Nuevo León, realizadas por la CNEN a finales de los años Cincuenta. 55

Fue entonces cuando se empezaron a diseñar los proyectos para la producción de uranio mediante la construcción de unas

53) Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México.

Editorial Porrúa S.A. 87a. Edición. Artículo 27. pp. 22 a 25.

54) Ibidem. Artículo 28. pp. 35 a 36.

55) Castañeda, Miguel. La Producción de Uranio en México. México.

Universidad Nacional Autónoma de México. 1986. Primera Edición.

pp. 16 a 17.

plantas minero-metalúrgicas denominadas "Peña Blanca" en Chihuahua, "Alberto Barajas" en Sonora, "La Coma Buena Vista" en Nuevo León, entre otras; pero la falta de recursos económicos impidieron que más tarde se llevaran a cabo. 56

En 1960 la industria para la generación y producción de electricidad era nacionalizada por el presidente Adolfo López Mateos; en el cual se adquirieron la mayoría de las acciones de las principales empresas de ese ramo, lo que convirtió a la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), organismo creado en 1937 durante la gestión del presidente Lázaro Cárdenas, como la segunda empresa paraestatal más importante después de Petróleos Mexicanos.

Hacia 1964 se inició la construcción de un Centro Nuclear en el Estado de México; y en 1966 se calcularon 2,070 toneladas de uranio, de acuerdo con las exploraciones realizadas por la CNEN.

Para el año de 1968, durante el gobierno del presidente Díaz Ordaz, se construyó una planta de beneficio de minerales uraníferos, pero su operación solo duró de 1969 a 1971, tiempo en el que produjo 47 toneladas de concentrados sucios de uranio U308 y 150 tons. de molibdeno. La producción de 47 tons. de U308 es la única con que cuenta el país, de acuerdo con informes de 1986. 57

56) Ibidem, p.3.

57) Según información de URANEX, al parecer esa producción fue realizada en una planta piloto ubicada en Villa Aldama, Chihuahua.

Ese mismo año se terminó el Centro Nuclear de México, en donde se instalaron diversos equipos como un acelerador Tandem y un reactor de investigación tipo "Triga" Mark III fabricado por la General Atomic de Estados Unidos, con una potencia de 1,000 Kilowatts. 58

La única participación nacional en todas las operaciones solo abarcó el montaje y la obra civil. El reactor comenzó a funcionar en 1968 sin tener programas de trabajo bien definidos. 59

Para 1969 la Comisión Federal de Electricidad ya estaba dando "pasos concretos" en la adquisición de una planta nucleoelectrónica y se organizó una licitación que más tarde se canceló para dejar esa decisión al nuevo gobierno del presidente Luis Echeverría Álvarez que comenzaba en 1970. 60

En esos años el país se encontraba en una de sus crisis políticas más fuertes por los acontecimientos de 1968. El Estado comenzó a expandirse con la puesta en marcha de la política de sustitución de importaciones; mientras que en el ámbito mundial, las proclamas por una mayor cooperación entre países desarrollados y los del tercer mundo estaban en su apogeo.

58) Ponce M., Antonio. "El Reactor Triga Mark III del Centro Nuclear de México". 5 Serie Divulgación. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México. I.N.I.N. Septiembre 1980. No.5. p.3.

59) Ponce M., Antonio. "Energía Nuclear en México". Cuadernos de Política Nuclear. Revista del Sindicato Único de Trabajadores de la Industria Nuclear. México. SUTIN. 1982. pp.21 a 22.

60) Ibidem. presentación.

Al inicio del periodo de Echeverría, se volvió a celebrar el concurso para adquirir el reactor para el proyecto de Laguna Verde, siendo la compañía General Electric la ganadora de la licitación con la oferta de un reactor tipo B.W.R. de 654 megawatts de potencia.

Asimismo, la CFE aceptó la oferta para un segundo reactor idéntico, quedando establecido el proyecto para una capacidad total de 1,308 mw. 61

Esa fue la empresa que se propuso el gobierno y sería un reto que, a través de los años, se convirtió en un lastre inconcluso por la falta de decisión de los responsables, y por muchos otros motivos que afectaron directa o indirectamente al proyecto.

La compra de esos reactores se realizó sin haber tenido lista la infraestructura necesaria que se requería para su funcionamiento:

¿Quién y cómo se encargarían de abastecer el combustible nuclear necesario para dichos reactores?

¿Se había desarrollado ya la industria necesaria para producir el combustible nuclear, si hablamos en términos de autosuficiencia en este rubro?

El Estado confió en que esas cuestiones podrían solucionarse por medio de sus organismos especializados.

En 1971 se elaboró una Ley en materia nuclear donde se creó el Instituto Nacional de Energía Nuclear (I.N.E.N.) como organismo sucesor de la CNEN. Esta vez se realizó una reestructuración

61) Ibidem. pp.21 a 22.

técnica-operativa en los Estados, se verificaron y ampliaron las reservas, y se le asignaron las funciones de salvaguardias, investigación y exploración. 62

Para esa fecha, los trabajos de exploración de uranio establecieron que las reservas de este recurso en México eran de 3,160 toneladas. En el cuadro 2.1 se muestra la evolución de las reservas desde 1959, según informes del INEN.

De las actividades cumplidas hasta 1971, solo 2 yacimientos de uranio, "Sierra Gómez" y "El Calvario", en Chihuahua fueron explotados y beneficiados al construirse una planta piloto. 63

A partir de entonces las exploraciones se vieron afectadas por la escasez de equipo y recursos humanos; y más específicamente por las deficiencias en nuestro desarrollo tecnológico instrumental, así como en el adiestramiento de los técnicos nacionales. 64

Posteriormente, la actividad exploratoria se paralizó totalmente y aún con los escasos técnicos, se mantuvieron en actividad las superintendencias en Chihuahua y se crearon en 1972 las de Reynosa y en 1973 las de Coahuila, Durango y Sonora. 65

62) Castañeda, Miguel. Op.Cit. pp. 16 a 17.

63) Uranio Mexicano. Presencia de URANEX en el Desarrollo de México. México. URANEX. 1980. Primera Edición. Vol. I. p. 226.

64) Idem.

65) Ibidem. p. 229.

RESERVAS DE URANIO EN MEXICO.

PERIODO 1959-1971

AÑO	TONELADAS U308	INCREMENTO ANUAL
1959	250	---
1960	280	30
1961	840	560
1962	1020	180
1963	1040	20
1964	1540	300
1965	1790	250
1966	2070	280
1967	2305	235
1968	2460	155
1969	2820	560
1970	3160	340
1971	3160	---

Cuadro 2.1. Evolución de las reservas de uranio hasta 1971. Cifras dadas a conocer por el I.N.E.N. en Octubre de 1979.

Fuente: Castañeda Miguel. La Producción de Uranio en México. México. Universidad Autónoma de México. 1986. Primera Edición. p.118.

En 1974 en medio de tal estancamiento, el gobierno decretó la Ley de Responsabilidad Civil por daños que pudieran causarse por el empleo de instalaciones relacionados con la energía atómica y sus residuos radiactivos. 66

En esta Ley se definen conceptos como "accidente nuclear", "daño nuclear", "instalaciones nucleares", entre otros; y la responsabilidad del operador encargado de una instalación de esa naturaleza, en las condiciones que la Ley establece.

También se mencionan los importes máximos de la responsabilidad frente a terceros, los cuales oscilan entre los 100 millones y los 195 millones de pesos (Art. 14); y las indemnizaciones correspondientes por daños personales en caso de muerte, incapacidad total o incapacidad parcial (Art. 18).

Ahora bien, la idea de crear esa Ley cuando la industria nuclear nacional apenas se encontraba en una fase de exploración y proyectos fue algo ilógico. Quizás se vaticinó una incorporación inmediata al campo de la energía atómica por medio de los reactores, pero es evidente que las acciones se empezaron a tomar con cierto desorden.

En 1975 se reiniciaron las exploraciones de uranio en los Estados de Oaxaca, Puebla, Guerrero y Chiapas; y más tarde se volvieron a necesitar recursos financieros para cumplir con los objetivos a corto y mediano plazo, entre ellos, abastecer con el equipo necesario a la planta de Laguna Verde.

66) "Ley de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares". Diario Oficial. México. Secretaría de Patrimonio Nacional. 31/Diciembre/1974. Artículo 1.

Además de la escases en el presupuesto, los conflictos sindicales entre los trabajadores del INEN que estaban afiliados al Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (S.U.T.E.R.M.) y las autoridades del Estado comenzaron a ser más frecuentes. La búsqueda de autonomía y democracia en el sindicato de electricistas empujó a una huelga programada para mediados de 1976; pero por instrucciones del gobierno, se decidió que el ejército ocupara las instalaciones del INEN y la CFE por cerca de mes y medio para evitar que estallara la huelga. 67

En agosto de 1976 se reabrieron todas las instalaciones y un año después, en 1977, el presidente José López Portillo envió al Congreso de la Unión una propuesta para modificar la Ley nuclear de 1971. Según la información del SUTIN, su finalidad era dividir al INEN y permitir la entrada de capital privado a la industria nuclear.

La iniciativa generó un movimiento de oposición entre varios sindicatos, los cuales se manifestaron en contra de esa propuesta y denunciaron los intereses privados que existían en el fondo. La Cámara de Senadores aprobó la iniciativa, pero al turnarse a la Cámara de Diputados, por decisión mayoritaria no obtuvo su aprobación; por lo que el asunto quedó pendiente casi un año. 68

67) Sindicato Unico de Trabajadores de la Industria Nuclear. Hechos en el SUTIN: Cronología de 25 Años 1964-1989. México. Comité Ejecutivo Nacional. 1990. Primera Edición. pp.30 a 32.

68) Ibidem. p.33.

A mediados de 1978 se realizó un Foro Nuclear Nacional con la participación de políticos y científicos, donde se acordó pugnar por la exclusividad y aprovechamiento de la industria nuclear por parte del Estado en favor de la nación.⁶⁹

En noviembre de ese año, por fin se aprobó la Ley Nuclear en la cual se preserva para el Estado el manejo de los materiales radiactivos y desaparece el INEN como organismo encargado de la actividad nuclear. Los principales puntos de ésta Ley se verán posteriormente debido a que en 1985 se vuelven a modificar.

Finalmente en cuanto a las reservas de uranio, éstas ascendieron a 7,741 toneladas; su evolución de 1972 a 1977 se indica en el cuadro 2.2 de acuerdo con la información del INEN y del Centro de Investigación y Docencia Económica A.C.

69) Ibidem. p.34.

RESERVAS DE URANIO EN MEXICO.

PERIODO 1972-1977

AÑO	TONELADAS U308	INCREMENTO ANUAL
1972 *	1200	-1960
1973 *	3980	820
1974 *	5800	1820
1975	7973	2173
1976	8133	160
1977	7741	-392

* Datos que proporcionó el Centro de Investigación y Docencia Económica A.C.

Cuadro 2.2. Evolución de las reservas de uranio hasta 1977.

Fuente: Castañeda, Miguel. La Producción de Uranio en México. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 1986. Primera Edición. pp.118,119 y 122.

2.2- PERIODO 1979 - 1988.

Las actividades en todas las áreas de la energía nuclear se volvieron cada vez más complejas para el manejo del INEN. Al aprobarse en 1978 algunas de las modificaciones a la Ley Nuclear, se crearon también 3 organismos para reemplazar al Instituto y retomar sus actividades.

En 1979 entran en función los nuevos organismos: la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, y Uranio Mexicano.

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (C.N.S.N.S.).

Se creó como órgano descentralizado dependiente de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (S.E.M.I.P.) y tiene entre otras atribuciones las siguientes:

-Vigilar la aplicación de las normas de seguridad nuclear, radiológicas, físicas y las salvaguardias para que el funcionamiento en las instalaciones nucleares se lleven a cabo con la máxima segu-

ridad para los habitantes del país.

- Revisar, evaluar y autorizar instalaciones nucleares.
- Emitir opiniones.
- Expedir, revalidar, reponer, modificar, suspender y revocar los permisos y licencias requeridos para las instalaciones nucleares.
- Recomendar y asesorar en materia de energía nuclear.
- Manejar el registro y control de materiales y combustibles nucleares. 70

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (I.N.I.N.).

Se creó con el propósito de realizar investigaciones en el área de la ciencia y tecnología y vincular los avances alcanzados con el desarrollo tecnológico, económico y científico del país; así como prestar servicios de importación, venta y distribución de material radiactivo, producción de radiofármacos y radioisótopos, e irradiaciones en el reactor Triga Mark III. 71

Uranio Mexicano (URAMEX).

URAMEX surgió como un organismo público descentralizado del Gobierno Federal con responsabilidad y patrimonio propios; y sus funciones fueron:

- Ser agente exclusivo del Estado para Explorar, explotar, beneficiar y comercializar minerales radiactivos.
- Realizar las etapas del combustible nuclear.
- Importar y exportar minerales radiactivos, según los requerimien-

70) "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear". Diario Oficial. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. 4/Febrero/1985. Artículo 50.

71) Información obtenida de un folleto del I.N.I.N.

de la estrategia iban a ser en base a diversificar las fuentes de energéticos "dentro de un equilibrio realista en el que se tomen en cuenta la correspondencia entre la disponibilidad de recursos nacionales y los requerimientos de cada una de las fuentes en términos de producción, distribución, materias primas, complejidad tecnológica, viabilidad económica, entre otros...

"La transición hacia la diversificación energética se logrará en el mediano y largo plazos, pero desde ahora se deberán considerar las diferentes opciones, tomando en cuenta su evaluación económica y social...". 95

Después de lo anterior surge una nueva duda: Si ya se conocían las dificultades técnicas y económicas de un programa nucleoelectrico nacional, ¿porque se hizo caso omiso de lo que se concluyó en los estudios, así como lo que se estableció en el Plan Nacional de Desarrollo, y se continuó con el proyecto de Laguna Verde?

En el Tercer Informe de Gobierno, al anunciarse el inicio de operaciones de la planta para 1987, el temor y las protestas aumentaron sobre todo cuando ocurrió el accidente de Chernobyl en 1986. Ello generó un movimiento antinuclear más homogéneo en el país, y logró ejercer presión para que el gobierno pusiera una mayor atención en la seguridad de la planta.

Entre los grupos de oposición a Laguna Verde, se encuentran la Coordinadora Nacional Contra Laguna Verde (CONCLAVE) que a su vez

95) De la Madrid Hurtado, Miguel. Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988. Estados Unidos Mexicanos. Poder Ejecutivo. 1983. pp. 321 a 331.

RESERVAS DE URANIO "IN SITU"

DICIEMBRE 1979

ESTADO	TONELADAS U308
Chihuahua	4,979.8
Nuevo León	2,668.0
Durango	210.0
Sonora	475.0
<u>TOTAL</u>	<u>8,332.8</u>

Cuadro 2.3. Reservas de uranio clasificadas por
Estados.

Fuente: Castañeda, Miguel. La producción de Uranio
en México. México. Universidad nacional
Autónoma de México. 1986. Primera Edición.
p.18.

Por otra parte, durante el gobierno de López Portillo se descubrieron importantes yacimientos de hidrocarburos lo que dió un gran impulso a la industria del petróleo, al tiempo que existía un ritmo creciente en el precio del barril de éste energético. También se continuó la tendencia de crear organismos públicos en varias áreas para los múltiples objetivos del Estado.

Mientras tanto, la deuda pública externa se había incrementado al igual que la deuda privada nacional, pero esa situación se tomó con optimismo y el gobierno confió que los problemas financieros se resolverían con el aumento en las exportaciones petroleras a un precio internacional en ascenso. 75

Sin embargo, al finalizar el sexenio, los precios del petróleo cayeron y la deuda externa se acumuló en más de 80 mil millones de dólares. Varios de los préstamos financieros se tenían que saldar a corto plazo, por lo que el país pronto estaría en la bancarrota con una creciente inflación interna. La crisis de 1982 había comenzado y en esas condiciones inició el presidente Miguel De la Madrid Hurtado su gestión administrativa.

URAMEX informó en 1982 que se habían reevaluado las reservas nacionales de uranio, así como ajustes en los proyectos para la producción de éste energético. También informó que las reservas habían aumentado a 14,522 toneladas de U308. 76

Dada la situación económica del país, las exploraciones de URAMEX

75) Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Deuda Externa Pública Mexicana. México. Editorial Fondo de Cultura Económica y S.H.C.P. 1988. Primera Edición. p.32.

76) Castañeda, Miguel. Op.Cit. p.12.

terminaron en 1982 por falta de presupuesto y por constantes conflictos en el Sindicato Unico de Trabajadores de la Industria Nuclear (S.U.T.I.N.).

Nuevamente el problema laboral en el organismo nuclear apareció. El sindicato que agrupó a trabajadores del ININ y URAMEX, obtuvo su registro en 1979 y desde su formación se iniciaron las luchas por obtener un contrato único para los dos organismos. Más tarde se gestaron las pugnas políticas al interior y los debates sobre la instalación de un Centro Nuclear No.2 con el objetivo de avanzar en la investigación de reactores. 77

Después del cambio presidencial, a principios de 1983 también se hicieron cambios de directores en el ININ y URAMEX, en el cual se anunció una fuerte reestructuración para hacer productivas a esas empresas, y se acusó al SUTIN de intervenir demasiado en sus directrices. 78

En marzo de 1983 surgieron conflictos entre el gobierno y el SUTIN durante la revisión de contratos y se acordó un incremento salarial a condición de trasladar o liquidar a varios trabajadores de URAMEX. Dos meses más tarde algunos sindicatos, entre ellos los de la Confederación de Trabajadores de México (C.T.M.) y el SUTIN decidieron emplazar a huelga por un aumento salarial de emergencia. 79

77) Sindicato Unico de trabajadores de la Industria Nuclear.

Op.Cit. pp.39 a 40.

78) Ibidem. pp.44 a 45.

79) Ibidem. p.46.

Así, el 30 de Mayo de 1983 las secciones de URANEX y del ININ estallaron en huelga cerrando todas las instalaciones. Este conflicto no llegó a ningún arreglo y fue motivo para que el gobierno cerrara definitivamente Uranio Mexicano; ya que la mayoría de las actividades en materia nuclear en el país se encontraban paralizadas nuevamente.

Para mediados de la década de los Ochenta, se estimó que los proyectos para beneficiar los minerales de uranio, tendrían una vida de operación de 7 y 9 años, y su capacidad de producción sería de 2,060 toneladas de uranio. Para ese tiempo, las plantas "Peña Blanca" y "Alberto Barajas" apenas tenían algunos avances. Además era necesario poner en marcha nuevos programas de exploración para probar reservas del orden de 50,000 tons. en un tiempo máximo de 10 años. 80

Tanto la capacidad de producción de uranio, como la actividad exploratoria era insuficiente para cumplir con los programas nucleoelectrónicos que se propuso la CFE, ya que de realizarse, se debía tener con anticipación el combustible nuclear.

En noviembre de 1984 se dió la iniciativa para modificar una vez más la ley Nuclear y dar por terminadas las actividades de URANEX. 81

Si hacemos una evaluación de la situación que imperaba hasta ese momento, era evidente que los proyectos para desarrollar una fuente alterna de energía en base a la explotación de los recursos uraníferos no tendrían éxito.

80) Castañeda, Miguel. Op.Cit. pp.4 y 76.

81) Sindicato Unico de Trabajadores de la Industria Nuclear. Op.Cit. p.58.

Por un lado la crisis económica afectó los presupuestos destinados para la exploración del uranio, la investigación nuclear y la construcción de la planta de Laguna Verde. Las empresas URAMEX y el ININ no dieron resultados palpables inmediatamente, ya que eso solo se daría a mediano y largo plazo, por lo que se convirtió en una gran carga económica para el Estado.

Por otro lado, los conflictos sindicales y la organización para luchar por mejoras salariales y otras cuestiones de carácter político, motivaron aún más al gobierno a decidir el cierre de URAMEX.

La iniciativa sobre la Ley Nuclear fue aceptada y el 4 de febrero de 1985 se creó la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear.

Esta Ley es la que se encuentra vigente hasta nuestros días, y regula la "exploración, explotación y beneficio de los minerales radiactivos, así como el aprovechamiento de los combustibles nucleares, los usos de la energía nuclear, la investigación de la ciencia y las técnicas nucleares, la industria nuclear y todo lo relacionado con la misma"; según se establece en su Artículo 1.

También menciona que la energía nuclear solo podrá tener fines pacíficos en nuestro país, y define una serie de conceptos como "combustible nuclear", "mineral radiactivo", entre otros; los cuales serán determinados por la SEMIP.

Se reitera que la exploración, explotación y beneficio de los minerales radiactivos son propiedad de la nación y no serán objeto de concesiones o contratos. ⁸²

82) "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear". Op.Cit. Artículo 5.

En la Ley se crearon algunos organismos públicos descentralizados como el Consejo de Recursos Minerales, que actualmente está a cargo exclusiva y directamente de la exploración de los recursos minerales radiactivos. También se creó la Comisión de Fomento Minero, que tiene asignada la explotación de dichos minerales y el otorgamiento de autorizaciones para la instalación y funcionamiento de las plantas para su beneficio. Los dos organismos dependen de la SEMIP. 83

Asimismo, se define lo que es la industria nuclear, especificando las etapas del combustible nuclear, su aprovechamiento, el reprocesamiento y otras más incluyendo el almacenamiento temporal y definitivo de los residuos radiactivos. La industria nuclear también incluye la producción y el uso de agua pesada, el diseño y la fabricación de equipos, reactores, sus componentes y la producción y aplicaciones de radioisótopos.

La Ley establece como actividades estratégicas las siguientes:

- Las etapas del combustible nuclear.
- La producción de agua pesada.
- La aplicación de la energía nuclear. 84

En el Artículo 18 se menciona la actividad del Ejecutivo Federal en relación al aprovechamiento y desarrollo de ésta energía, su seguridad, la industria y el almacenamiento; y no permitirá, si se

83) Ibidem. Artículos 9 y 10.

84) Ibidem. Artículo 14.

dá el caso, la exportación de reservas de uranio en más de un 5%. Además, se observará el cumplimiento de los tratados e instrumentos internacionales.

Después define lo que son las "salvaguardias", las cuales tienen por objeto organizar y mantener un Sistema Nacional de Registro y Control de todos los materiales nucleares con el fin de vigilar que dichos materiales no se destinen a la manufactura de armas nucleares u otros usos no autorizados. 85

Por último, entre otras regulaciones, se describen las funciones de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear como órgano dependiente de la SEMIP cuyas actividades ya se mencionaron al inicio de este punto.

Con la nueva Ley se abrogó la Ley Nuclear de 1979 y se formalizó el cierre de URANEX junto con la liquidación de sus trabajadores.

A partir de entonces los esfuerzos y recursos se enfocarían a la terminación de la nucleoelectrica de Laguna Verde. Lo anterior se puso de manifiesto en el Tercer Informe de Gobierno de Miguel De la Madrid en 1985:

"La Comisión Federal de Electricidad ha aumentado 18% la generación de electricidad.

"...de las plantas en construcción el 58% no utilizará combustible. Continuamos así el proceso de diversificación, si bien a un ritmo menor que el propuesto.

"En 1987 terminaremos la nucleoelectrica de Laguna Verde que

85) Ibidem. Artículo 24.

iniciará su operación comercial en el año siguiente...". 86.

En 1986 se dió a conocer "oficialmente" que las reservas de uranio en el país eran las siguientes:

Reservas probadas-----	15,000 tons. de U308 (14,522).
Reservas probables-----	35,000 " "
Reservas potenciales-----	150,000 " "

De esas cantidades, las reservas destinadas para los proyectos estatales quedaban de la siguiente manera:

Ciuhahua-----	1,370 tons. de U308.
Nuevo León-----	2,241 " "
Sonora-----	481 " "
TOTAL	4,092

De lo anterior se concluyó que, de las reservas probadas "in situ" que equivalen a 15 mil toneladas, solo el 35% aproximadamente eran técnica y económicamente susceptibles de explotación o beneficio mediante plantas minero-metalúrgicas; o sea 4,092 toneladas únicamente. 87

En ese año ocurrió el accidente de Chernobyl y sus consecuencias -al igual que el de 1979- provocaron nuevamente el temor y la oposición a la energía atómica en todo el mundo; y en México, la construcción de Laguna Verde se vió obstaculizada por los nue-

86) De la Madrid Hurtado, Miguel. Tercer Informe de Gobierno.

Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 1985. p.55.

87) Castañeda, Miguel. Op.Cit. pp.152 a 155. El autor se refiere al término "in situ" a las cantidades estimadas en el lugar, independientemente de su adaptabilidad tecnológica de explotación o beneficio. En el Anexo se incluyen algunos datos sobre los yacimientos de uranio existentes en México.

vos cambios en las normas de seguridad de la OIEA y por las protestas de grupos que se oponen a su funcionamiento.

Además de los gastos realizados para las modificaciones, el gobierno tuvo que hacer una campaña de convencimiento acerca de la necesidad de diversificar las fuentes de energía en el país, así como de la seguridad de la planta de Laguna Verde contra cualquier accidente nuclear.

Al llegar 1987, la nucleoelectrica no se había terminado según lo programado y la oposición lo tomó como un fracaso más del Estado.

En el Quinto Informe de Gobierno de 1987 se dijo lo siguiente:

"La energía nuclear es una posibilidad para diversificar nuestras fuentes energéticas de primer orden y una oportunidad ineludible de incorporar a México a la revolución tecnológica a nuestro tiempo. Por ello el Gobierno Federal construye la planta de Laguna Verde.

"Hemos concluido las pruebas integrales previas a su entrada en funcionamiento y la dependencia competente ha solicitado, antes de la carga del reactor, la asistencia de una misión científica del Organismo Internacional de Energía Atómica para validar las condiciones de confiabilidad de la planta". 88

Así permanecieron las cosas hasta 1988; esta vez la atención se centró en las elecciones presidenciales, y los proyectos sobre

88) De la Madrid Hurtado, Miguel. Quinto Informe de Gobierno. Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 1987. p.91.

la energía nuclear y la producción de uranio quedaron archivados e inconclusos.

En el último Informe de Miguel De la Madrid, se evitó hablar del asunto y solo se mencionaron algunos avances en materia de energéticos:

"Se avanzó en el uso eficiente de energía con resultado alentadores, se ha reducido la participación de los hidrocarburos en el total de la energía primaria. Actualmente las reservas de hidrocarburos suman 69 mil millones de barriles... que nos asegura la disponibilidad de energía y permite mantener las exportaciones.

"De 1982 a la fecha la demanda de energía eléctrica ha crecido en una tasa anual de 5.5%. Para responder a tal dinámica, la capacidad instalada se incrementó en 6 mil 575 megawatts, 36% más que en 1982.

"Cabe reconocer los avances logrados en la diversificación de fuentes de energía. Del aumento señalado en la capacidad instalada, el 19% proviene de fuentes distintas a los hidrocarburos.

"En el sexenio, se continuaron las inversiones necesarias para introducir la generación de electricidad a partir de la energía nuclear". 89

Para finalizar, en los dos periodos analizados anteriormente, nuestro país no logró implementar la industria nuclear para obtener una mayor diversificación en las fuentes de energía; pero

89) De la Madrid Hurtado, Miguel. Sexto Informe de Gobierno. Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 1988. pp.60 a 61.

los proyectos que se elaboraron hasta antes de 1985 y la investigación científica, son de gran importancia para México ya que se obtuvo experiencia en el campo de la energía nuclear, y se conoció el papel que tendrá el uranio para los países que poseen un gran desarrollo nucleoelectrónico como los Estados Unidos, Japón o Francia.

En el Capítulo IV se mencionarán algunos de esos proyectos, los cuales muestran el valor estratégico que tendrán a largo plazo.

los proyectos que se elaboraron hasta antes de 1985 y la investigación científica, son de gran importancia para México ya que se obtuvo experiencia en el campo de la energía nuclear, y se conoció el papel que tendrá el uranio para los países que poseen un gran desarrollo nucleoelectrónico como los Estados Unidos, Japón o Francia.

En el Capítulo IV se mencionarán algunos de esos proyectos, los cuales muestran el valor estratégico que tendrán a largo plazo.

2.3- LA CONSTRUCCION DE LA NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE Y LAS DIFICULTADES DE SU PUESTA EN MARCHA.

Como se mencionó anteriormente, México inició sus actividades en materia nuclear a mediados de la década de los Cincuenta; para ello, la Comisión Nacional de Energía Nuclear elaboraba los programas de investigación nuclear y de explotación de recursos uraníferos.

6 años más tarde, en 1966, se creó la sección nuclear de la Comisión Federal de Electricidad para que iniciara los diseños y localizara el lugar para instalar la primera planta nuclear. A principios de la década de los Setentas se llevó a cabo la licitación para la compra de los reactores, siendo éstos de la marca General Electric tipo B.W.R. de 654 megawatts cada uno y daría a la planta una capacidad total de 1,308 mw. La construcción de la nucleoelectrónica de Laguna Verde inició en 1973. 90

abarca otros 74 grupos antinucleares, el grupo antinuclear Madres Veracruzanas, el Grupo de los 100, y otras organizaciones ecologistas. 96

Como se vió anteriormente, la nucleoelectrica no entró en funcionamiento en el año indicado y se argumentó que se verificarían las pruebas de su operación a través del OIEA.

En 1988 se anunció que se harían unas pruebas de arranque supervisadas por la CPE y la General Electric. En el mes de agosto se elaboró un diagnóstico sobre la situación de la planta, en el cual se indicaba que se debería aplazar la carga del combustible para resolver los problemas respecto a "la falta de capacitación del personal, deterioro prematuro de los componentes e inoperatividad de sistemas, entre otros". 97

A pesar de eso, en octubre, el presidente Miguel De la Madrid dió la orden para cargar el reactor e iniciar las pruebas de arranque. 98

En 1989, al iniciar la nueva administración del presidente Carlos Salinas de Gortari, se anunció el funcionamiento comercial de la planta, pero se pospuso nuevamente.

Durante el Primer Informe de Gobierno, se habló principalmente de la situación financiera en que se encontraba el país y los logros de la renegociación de la deuda externa; sin embargo, en

96) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.9.

97) Ibidem. p.10.

98) Idem.

materia de energéticos, solo se mencionó los objetivos de Petróleos Mexicanos para aumentar su productividad.

Respecto a la generación de electricidad, ésta tuvo un incremento de 8% en 1989 gracias a la utilización de centrales eléctricas que no requieren hidrocarburos para su funcionamiento; y sobre Laguna Verde solo se mencionó que se estaban continuando las pruebas para optimizar su operación y elevar los índices de seguridad. 99

El presidente en una gira que realizó por Veracruz en el mes de noviembre, se comprometió con el grupo de Madres Veracruzanas a llevar a cabo una auditoría para decidir si se proseguía o se suspendía definitivamente el proyecto nuclear. 100

Los resultados de la auditoría al parecer fueron "satisfactorios" y el 14 de agosto de 1990, la SEMIP otorgó la licencia a la Comisión Federal de Electricidad para poner en operación la nucleoeléctrica de Laguna Verde. 101

El caso de Laguna Verde y del resto del proyecto nuclear del país siempre se caracterizó por la información tendenciosa a favorecer ya sea a los organismos gubernamentales responsables del

99) Salinas De Gortari, Carlos. "Primer Informe de Gobierno".

Excélsior. México. Dir. Díaz Redondo, Regino. 2/Noviembre/1989. p.5.

100) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.10.

101) "Autoriza SEMIP la operación de Laguna Verde". Uno más Uno. México. Dir. Gutiérrez R. Luis. 15/Agosto/1990. pp.1 y 8.

proyecto o a los grupos que se oponen a la puesta en marcha de la planta. La "lucha de contrarios" ha sido bastante clara y ello se refleja en la información obtenida para la elaboración de éste Capítulo.

Como ejemplo de esas tendencias se citarán algunas de ellas:
Comisión Federal de Electricidad.

"Además de los Estados Unidos, son suministradores de la tecnología B.W.R., Suecia, la República Federal Alemana y Japón... en éste último país, la compañía eléctrica privada más grande del mundo ha escogido el mismo tipo de edificio de contención de los de Laguna Verde (Mark II) como el estándar para el desarrollo de su programa nuclear, lo que demuestra que la tecnología de nuestra central no es obsoleta". 102

"Cualquiera que sea la alternativa que se adopte para salvaguardar los desechos radiactivos de Laguna Verde, en ningún caso llegarán a constituir un riesgo para la salud de la población o para la preservación del medio ambiente". 103

Revista "Proceso" (Agosto 1990).

"Con catorce años de retraso, a pesar de múltiples fallas técnicas en las pruebas preliminares, con el mayor costo por megawatts generado en comparación con otras fuentes de energía y pese a las protestas de científicos, académicos, artistas, amas de casa y ciudadanos en general que ven como un mal augurio la fuga reciente en dos ocasiones de vapor radiactivo a la atmósfera,

102) Cartel de información de la C.F.E.

103) Comisión federal de Electricidad. Op.Cit. p.54.

la semana pasada comenzó a funcionar comercialmente la primera unidad de la planta de Laguna Verde en Veracruz.

"Después de una larga y accidentada historia, México entró con Laguna Verde en la era del átomo, cuando el mundo tiende ya a alejarse de ella, tras los accidentes de Tres Millas (Estados Unidos) y Chernobyl (Unión Soviética)...". 104

O.I.E.A. (Director General 1988).

"Mientras la energía nuclear puede ser comparada favorablemente con otras fuentes de energía eléctrica, la opinión pública debe estar convencida por la clara evidencia de que el nivel de seguridad de las plantas nucleares es suficiente y aceptable". 105

Coordinadora Antinuclear Jalapa.

"Inauguraron una planta nuclear que es como una carcacha reconstruida. Serán más los días que este parada que funcionando. Solo trabajará 37 días al año: sobre todo porque en la recarga y descarga del combustible se debe parar la planta durante dos meses y porque continuará el ciclo de accidentes-reparaciones-mantenimiento... Laguna Verde no es capaz de funcionar dos semanas seguidas". 106

Periodico "Uno más Uno" (15/Agosto/1990).

"Sin embargo, por información obtenida por Uno más Uno se pudo establecer que desde hace tres semanas Laguna Verde funciona al ciento por ciento de su capacidad generando ya 654 megavatios (mw)

104) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.6.

105) International Atomic Energy Agency. Op.Cit. Prefacio.

106) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.11.

netos de electricidad.

"En una investigación hecha por Uno más Uno, Othón Hernández informó que casi en secreto los técnicos de la CFE encargados del proyecto nuclear, luego de una serie de paros programados para verificar la eficacia de los sistemas de seguridad, arrancaron a toda su capacidad el reactor de la unidad número 1 que ya está produciendo 554 megavatios de electricidad.

"De acuerdo con versiones de los propios técnicos que laboran en la central, el secreto sobre la operación plena de la nucleoelectrónica se propuso con la finalidad de realizar un mentis a ciertos grupos ecologistas que desde hace varios años se han dedicado a boicotear al primer proyecto nuclear de México.

"Entre tanto, los técnicos trabajan con ahínco para resolver el problema de almacenamiento de desechos sólidos radiactivos". 107
Cooperativas Pesqueras de Veracruz.

"...10 millones de litros de agua contaminada que mensualmente arroja al mar la nucleoelectrónica, están matando a los peces y destruyendo los organismos que inician la cadena alimentaria. El agua sale a casi 50 ° C, y lleva desechos radiactivos, ácidos y grasas. Aparte ya destruyó las lagunas del Salado y Verde y muy pronto, tal vez, la del Farallón. ... cerca de 1,000 familias de pescadores se verán afectadas con la apertura de Laguna Verde". 108
S.U.T.I.N.

"Se podría acusar de incongruente al SUTIN habiendo un rechazo de la sociedad civil a la energía nuclear, si nuestro organismo

107) "Autoriza SEMIP la operación..." Uno más Uno. Op.Cit. p.8

108) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.7.

apoyase la implantación forzosa de la energía nuclear por parte del gobierno. En medio de aisladas manifestaciones pronucleares y aisladas manifestaciones antinucleares en México prevalece una total ignorancia sobre éste tipo de energía y sobre las implicaciones que con lleva a su utilización o abandono". 109

Coordinadora Nacional Contra Laguna Verde.

"Si la auditoria la hubiera realizado un organismo independiente, hubiera resultado negativa. Laguna Verde demostró ser la peor planta del mundo, pues según el estándar de las mismas constructoras, el período normal de pruebas es de 158 días y Laguna Verde lleva más de 600 días. Quiere decir que algo anda mal...

"Todo lo han mantenido en secreto. Y hasta las mismas declaraciones de la CFE son contradictorias, de pronto dicen que la planta ya está trabajando al cien por ciento y de pronto que solo al 70%. Nada más nos confunden. Quién sabe cual sea la verdad". 110

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

"Con base a la evaluación practicada por ésta Comisión, se expide la licencia porque de acuerdo con el dictámen se establece que la seguridad de la planta es similar a la de otras centrales del mismo tipo que han operado sin problemas durante décadas.

"La conclusión final de la CNSNS está apoyada por los resultados de tres misiones de revisión de la seguridad operativa que el Organismo Internacional de Energía Atómica ha enviado a México

109) Ponce M., Antonio. "La Energía Nuclear en México". Op.Cit. Presentación.

110) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.7.

a petición del gobierno federal, así como una misión de evaluación del Institute of Nuclear Power Operations, solicitada por la CFE, que han coincidido en los resultados obtenidos por ésta Comisión respecto de la seguridad de la planta". 111

Periodico "Excelsior" (15/Agosto/1990).

"Laguna Verde produce durante la operación normal, residuos radiactivos de bajo y medio nivel que una vez confinados en barriles de 200 litros, será del orden de 2 mil barriles por año.

"Laguna Verde tiene capacidad para almacenar 2 mil de éstos barriles en el propio edificio de tratamiento de desechos y se está construyendo mediante un diseño modular, un almacén cuya primera etapa, tiene capacidad para 10 mil barriles más. El combustible irradiado que constituye el residuo radiactivo de alto nivel, podrá almacenarse en las albercas de la unidad durante aproximadamente 8 años". 112

Después de todas las declaraciones, en realidad parece haber problemas con el almacenamiento de los residuos radiactivos, lo cual viene a contradecir los fundamentos de la CNSNS ya que ¿Cómo podría la misión de la OIEA aprobar la revisión sobre la seguridad operativa de la planta si los técnicos trabajan con "ahínco" para resolver el problema del almacenamiento de desechos sólidos radiactivos?

111) "Autoriza SEMIP la operación...". Uno más Uno. Op.Cit. p.8.

112) Periodico Excelsior, México. Dir. Díaz Redondo Regino.

Al final la Comisión Federal de Electricidad informó que el costo de cada megawatt generado por la planta es 128% superior en comparación al generado por hidrocarburos, según un documento llamado "Costos y Parámetros de Referencia del Sector Eléctrico". 113

Lo anterior quiere decir que el proyecto nacional para tener una fuente de energía más barata y abundante fracasó, aun si se aceptan los argumentos de que la nucleoelectrica se logró poner en funcionamiento garantizando su seguridad contra cualquier tipo de accidente como los que han denunciado los grupos de oposición. 114

Mientras tanto, se ha interpuesto una demanda en la SEMIP en contra de la operación de Laguna Verde, donde también se presentaron documentos y pruebas sobre las condiciones de inseguridad y contaminación de la planta, según sus argumentos.

Para finalizar, se darán algunos datos técnicos de la nucleoelectrica, de acuerdo con información de la CFE.

La planta de Laguna Verde se encuentra en el municipio Alto Lucero, Veracruz. Consta de 2 reactores enfriados y moderados por agua en ebullición tipo B.W.R. y utiliza uranio 235 como combustible. La capacidad para generar electricidad en cada reactor es de 654 megawatts, lo que da a la planta una potencia total de 1,308 mw.

113) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.11.

114) Ibidem, pp.8 y 9. En el Artículo se muestra una lista de accidentes en la planta, el cual fue elaborado por Roberto Heller Domínguez, dirigente de la Coordinadora Antinuclear Jalapa.

La central consta de las siguientes instalaciones:

- Edificación del reactor.
- " de control.
- " de generadores diesel.
- " de tratamiento de residuos radiactivos.
- " de la planta de tratamiento de agua y del taller mecánico.
- " del turbo generador. 115

En el cuadro 2.4 aparece un corte del edificio que contiene uno de los reactores.

Los sistemas de enfriamiento del núcleo están compuestos por 2 ramas del sistema de alimentación de agua; y los Sistemas de Enfriamiento de Emergencia del Núcleo (ECCS), que a su vez se divide en Sistema de Aspersión del Núcleo de Alta Presión, el de Aspersión del Núcleo de Baja Presión, y el de Inyección de refrigerante de Baja Presión. 116

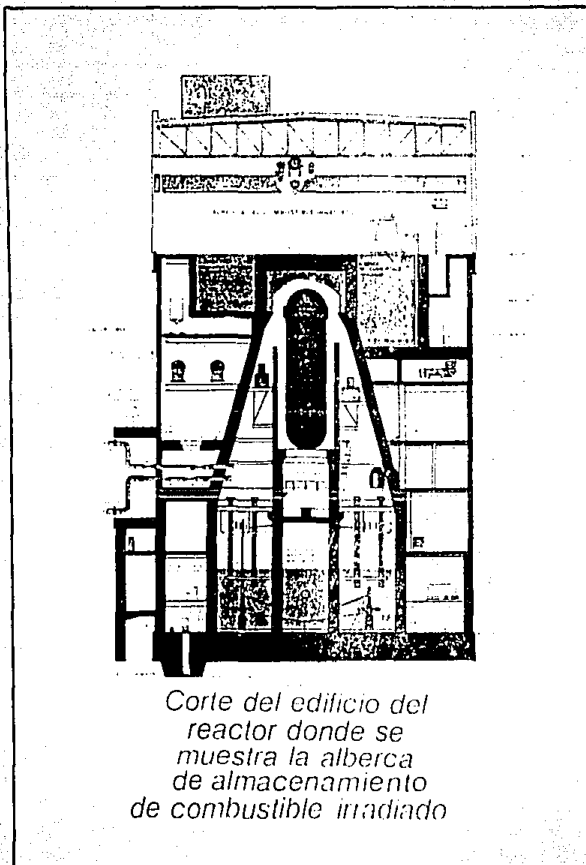
En el cuadro 2.5 se muestra un diagrama de cómo están distribuidos esos sistemas.

El blindaje que cubre el reactor está integrado por:

- Los tubos de zircaloy que contiene el combustible.
- La vasija del reactor de acero forjado de 22 m. de altura por 5.60 m. de ancho, y entre 15 y 20 cm. de espesor.
- El contenedor primario, que es el edificio del reactor, de concreto armado con paredes de 1.5 m. de espesor.

115) Folleto Qué es la Energía Nuclear. De la C.F.E.






116) Comisión Federal de Electricidad. Op.Cit. pp.48 a 49.

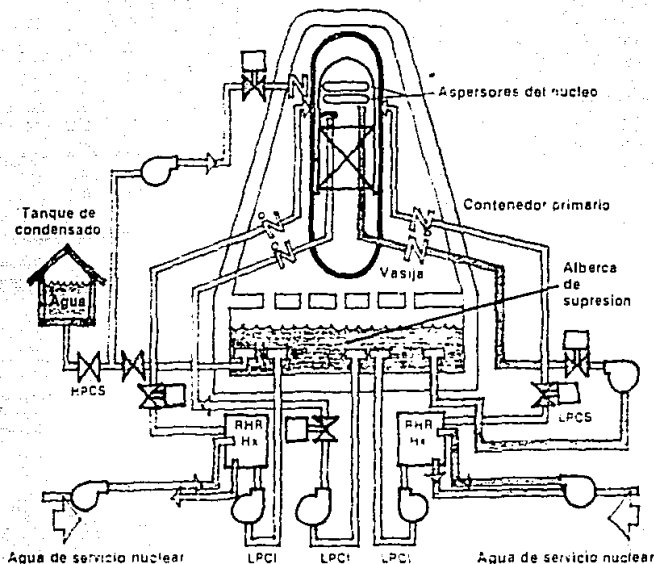


Cuadro 2.4. Corte del edificio que contiene uno de los reactores.

Fuente: Cartel de información de la Comisión Federal de Electricidad sobre la planta de Laguna Verde.

- RHR Sistema de Remoción de Calor Residual
- HPCS Sistema de Aspersión de Alta Presión
- LPCS Sistema de Aspersión de Baja Presión
- LPCI Sistema de Inyección de Refrigerante de Baja Presión
- Hx Intercambiador de calor

-  Bomba
-  Válvula normalmente abierta
-  Válvula normalmente cerrada
-  Válvula motorizada
-  Válvula de no retorno



Sistemas de Enfriamiento de Emergencia del Núcleo (ECCS) para el reactor de Laguna Verde.

Cuadro 2.5. Diagrama descriptivo de los Sistemas de Enfriamiento del Núcleo.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad. Del Fuego a la Energía Nuclear. México. Editora, Cronográfica S.A de C.V. Tercera Edición. p.48.

-El contenedor secundario, que rodea al contenedor primario y tiene sus mismas características. 117

En el cuadro 2.6 aparece el corte del edificio del reactor y sus barreras de contención.

La electricidad que produce la planta está conectada con la red eléctrica del país a tres líneas, que a su vez, alimentan las subestaciones en los Estados de Veracruz, norte de Tamaulipas y Puebla dentro del sistema oriental de la CFE. 118

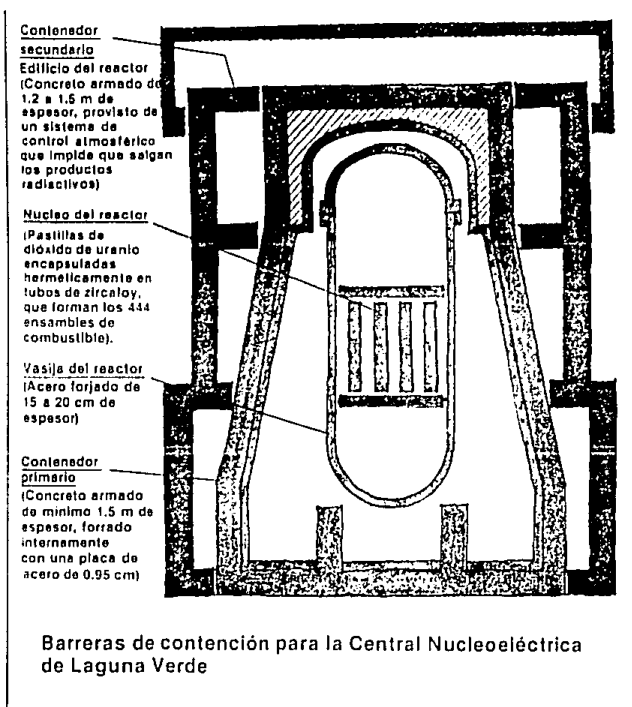
En cuanto a las medidas de seguridad del gobierno en caso de haber un accidente en la central, se encuentra el Plan de Emergencia Radiológica Externa (P.E.R.E.), el cual contempla medidas de protección a los habitantes y de ser necesario, incluye la evacuación de las poblaciones aledañas.

Este Plan forma parte del Sistema Nacional de Protección Civil y está coordinado por la Secretaría de Gobernación, así como por el gobierno del Estado de Veracruz, la Secretaría de la Defensa, Marina, Salud, SEDUE, Comunicaciones y Transportes, Agricultura y Recursos Hidráulicos, y la Comisión Federal de Electricidad. 119

117) Ibidem, pp. 49 a 50.

118) "Autoriza SEMTP la operación..." Uno más Uno. Op.Cit. p.8.

119) Idem.



Cuadro 2.6. Corte del edificio del reactor donde se muestran las barreras de contención.

Fuente: Comisión Federal de Electricidad. Del Fuego a la Energía Nuclear. México, Editora, Cronográfica S.A. de C.V. Tercera Edición. p.49.

CAPITULO III.

FACTORES EXTERNOS QUE HAN BLOQUEADO EL DESARROLLO
DE MEXICO EN MATERIA NUCLEAR.

CAPITULO III.

FACTORES EXTERNOS QUE HAN BLOQUEADO EL DESARROLLO
DE MEXICO EN MATERIA NUCLEAR.

3.1- LA DEPENDENCIA TECNOLÓGICA.

En México, al elaborarse el programa nuclear, se estimó que en un tiempo determinado con nuestra capacidad para crear la infraestructura necesaria y la adquisición de tecnología avanzada, el factor de dependencia hacia los países que tienen el monopolio de la industria nuclear se reduciría notablemente en éste sector energético.

Si no se llegaba a tener éxito en la producción de uranio y en la construcción de la nucleoelectrónica de Laguna Verde, la dependencia del extranjero persistiría en forma determinante; lo cual, la esperada autosuficiencia en materia nuclear se vendría abajo.

El problema de la dependencia tecnológica que enfrentaría el Estado desde que inició actividades en el campo de la energía nuclear es algo confuso.

Primeramente, en la exploración y extracción de uranio se contó con técnicas propias para llevar a cabo ésta actividad, aunque las reservas que se llegaron a calcular apenas son suficientes para poder satisfacer la demanda de los reactores de Laguna Verde.

En cuanto al proceso de concentración, las plantas minero-metalúrgicas que se proyectaron requerían una tecnología adecuada para obtener un mejor balance entre costos y beneficios.

En las subsecuentes etapas del ciclo del combustible, la tecnología de la cual se carece para procesar el concentrado de uranio a uranio 235 para los reactores B.W.R. y la posterior fabricación de combustible comprende:

- La Refinación y Reducción. (Etapas que se han logrado a nivel experimental en México).
- Conversión a Hexafluoruro de uranio (UF₆).
- Enriquecimiento.
- Fabricación del combustible. 120

En esas fases, México depende de la tecnología de otros países principalmente de los Estados Unidos, para obtener el combustible nuclear. Se ha señalado que los servicios para la fabricación del combustible de uranio enriquecido solo están disponibles en Alemania, Suecia o Estados Unidos. 121

120) Dalmau Costa, Alonso. "La Transferencia de Tecnología y el Ciclo de Combustible". 1 Serie Documentos. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México. I.N.I.N. Abril, 1979. No.1. p.7.

121) Idem.

La dependencia tecnológica además de ser un factor que obstaculizó el procesamiento de recursos uraníferos, también se dio de una manera palpable en la construcción de la planta de Laguna Verde donde la presencia de compañías extranjeras fue permanente en la dirección del proyecto.

Ante esa situación, México ha tenido que recurrir a los países más industrializados en ésta área con el fin de poder abastecerse de los implementos necesarios para poner en funcionamiento la planta.

El problema de la dependencia del exterior se manifestó en su más alto nivel en 1976 cuando México solicitó a Canadá el abastecimiento de combustible para el reactor de Laguna Verde.

De acuerdo con un análisis realizado por Alonso Dalmau, en el que se expone ésta situación, Canadá que es el segundo productor de uranio en el mundo, se negó a proporcionarlo estableciendo una serie de medidas de control directo por parte de sus autoridades.

Más tarde en 1977 con la intervención de la OIEA, se acordó con los Estados Unidos el suministro de combustible, pero al crearse en ese país la "Ley de No Proliferación", de armamento nuclear, se suspendió la entrega poniendo como pretexto el cumplimiento previo de ciertas medidas estrictas que habían sido decretadas por la nueva Ley.

La entrega del combustible se realizó hasta 1979 cuando se logró obtener una licencia de exportación y haber aceptado los requisitos de Estados Unidos que incluían la inspección directa de la planta de Laguna Verde. 122

A final de cuentas, se retrasó más de 2 años la entrega del combustible, los términos del convenio simplemente fueron desechados por Estados Unidos, México se tuvo que someter una vez más a las imposiciones del vecino del norte por la búsqueda del crecimiento tecnológico, y además -se dice- se tuvieron que pagar 91 millones de dólares por concepto del almacenamiento del uranio "embargado" en aquel país. 122

Por otra parte, en los intentos para obtener la tecnología que permita desarrollar las demás etapas del ciclo del uranio enriquecido antes señaladas, se ha llegado a la conclusión, sobre todo en la fase de enriquecimiento, que los países más nuclearizados no estarán dispuestos a transferir su tecnología por constituir una etapa esencial en la fabricación de armas atómicas. 123

Lo anterior nos remite a pensar que los responsables de la adquisición de los reactores de Laguna Verde debieron haber previsto que su funcionamiento con uranio enriquecido traería consigo una mayor dependencia en la obtención del combustible nuclear.

Si comparamos la industria de uranio natural y la del uranio enriquecido, encontramos que se eligió el tipo de reactor equivocado para la incipiente industria con que contaba nuestro país; teniendo la opción de adquirir un tipo de reactor que utilizara combustible de uranio natural cuyo proceso era mucho más simple, y en el que según Antonio Ponce, la fabricación de elementos combustibles de este tipo se ha venido ensayando en el INTN desde

122) Ortega Pizarro, Fernando. Op.Cit. p.9.

123) Ponce M., Antonio. "El Ciclo de Combustible Nuclear". Op.Cit. p.8.

hace tiempo. 124

Al parecer el Estado planeó en que si no se podía producir uranio enriquecido, entonces se podría importar de otros países a precios bajos.

Al respecto la Comisión Federal de Electricidad publicó lo siguiente:

"Actualmente (1987), la capacidad instalada en el mundo occidental para enriquecer uranio es de 34,000 toneladas anuales... los Estados Unidos tienen instalada una capacidad adicional de 7,700 anuales que permanece ociosa.

"Como la oferta es muy superior a la demanda, hay una fuerte competencia en el mercado internacional, por lo que los precios de la unidad de trabajo separativo se reducen cada vez más". 125

Sin embargo, aunque exista una mayor oferta mundial de uranio enriquecido, el atenerse a los países que poseen esa tecnología nuclear y que conforman el llamado "Club de Londres", pone a México en una situación de vulnerabilidad en éste aspecto.

Aunque se logre poner en perfectas condiciones de funcionamiento la planta de Laguna Verde y se cumpla con todas las normas internacionales en materia nuclear, la decisión final para que satisfaga las necesidades de energía en nuestro país, será de aquellos países que concedan su beneplácito para abastecernos del uranio enriquecido.

La posición de la CFE es bastante positiva, si no confiada, de

124) Ibidem. p.7.

125) Cartel de la C.F.E. sobre el ciclo de combustible.

que no volverá a suceder lo de 1976.

Ahora bien, México al igual que otras naciones en vías de desarrollo ha sufrido la falta de cooperación para que los países más industrializados transfirieran algo de su tecnología que coadyuve en la diversificación de sus fuentes energéticas.

El hermetismo en cuanto a la transferencia de tecnología nuclear ha generado la discusión del porqué a las naciones que han renunciado voluntariamente a cualquier tipo de fabricación o adquisición de armamento atómicos, se les ha negado la tecnología para utilizar la energía nuclear con fines pacíficos y les permita obtener beneficios en su desarrollo.

Aquí es cuando entra el tema de la cooperación internacional y la transferencia de tecnología, que por tratarse de la energía nuclear, ha estado controlada por unos cuantos países por motivos de conveniencia económica y de seguridad internacional. 126

Los motivos de conveniencia económica surgen debido a que como está en unas cuantas naciones la tecnología nuclear, son ellas las que disfrutan los privilegios de ser proveedores de partes y servicios para la industria militar y la industria de reactores a nivel mundial. 127

También, la importancia que irá adquiriendo la capacidad de tener otras fuentes de energía tiene un valor estratégico y económico para aquellas naciones, cuando en la actualidad se sabe

126) Dalmau Costa, Alonso. Op.Cit. pp.2 a 5.

127) Ibidem. p.5.

que las reservas de hidrocarburos están calculadas para asegurar el abastecimiento mundial por algunas décadas más, lo que a largo plazo la energía nuclear les será de vital importancia en sus economías; situación que ha sido agravada recientemente por la destrucción de decenas de pozos petroleros en Kuwait, en la guerra del Golfo Pérsico.

Así ha sido el caso de Estados Unidos, que es el país con mayor número de reactores, con 117, y es el primer productor de uranio; y Francia, el cual el 70% de su producción de electricidad proviene de reactores nucleares, con 58, y es el octavo productor de uranio. 128

Los motivos de seguridad internacional, surgen con el fin de evitar que la tecnología para fabricar armamento nuclear sea adquirida por cualquier gobierno, por lo que la tecnología en esta área permanece casi en secreto.

El autor Alonso Dalmau ha señalado que algunos de los instrumentos internacionales para el control del armamento nuclear, han servido como obstáculo para evitar la transferencia tecnológica hacia países en vías en desarrollo.

Uno de esos instrumentos fue el Tratado de No Proliferación de armas nucleares de 1968, el cual fue elaborado para frenar la carrera armamentista; pero las potencias ampliaron el significado de "no proliferación" a la adquisición o la capacidad para desarrollar un artefacto nuclear; es decir, incluyeron la no proliferación

128) Nuexco International Corporation. "Monthly Report". NUEXCO. Publicación Internacional sobre producción de uranio. Denver, Colorado, U.S.A. NUEXCO. Noviembre 1988. No. 243. p.38.

ción de tecnología nuclear aún para utilizarla con fines pacíficos. 129

Eso se debe a que la industria para fabricar armas atómicas también se compone de la extracción y procesamiento de uranio, la producción de agua pesada, y la obtención de plutonio a través de reactores. 130

Lo anterior muestra que existe además una desconfianza para ceder esa tecnología a naciones del tercer mundo; ya que al Consejo de Seguridad de la ONU y al Club de Londres si les interesa que estos países renuncien voluntariamente a la fabricación o adquisición de cualquier armamento nuclear, pero al solicitar su su apoyo para obtener el equipamiento necesario con el fin de generar energía es donde se muestran reacios.

Así fue el caso del Tratado de Tlatelolco para la desnuclearización de América Latina de 1967, donde varios países latinoamericanos han renunciado voluntariamente a la posesión de artefactos nucleares con fines bélicos.

Aunque en nuestro país existieron Acuerdos de asistencia técnica por parte del OTEA en los años Sesenta y Setenta, en el que se incluye una lista de ellos en el Anexo; el análisis citado anteriormente reflejó que en cuanto a la cooperación internacional para avanzar en la instalación de reactores con el fin de tener fuentes alternas de energía, ésta no se dió de una manera tangible.

129) Dalmau Costa, Alonso. Op.Cit. p.5.

130) Ibidem. p.6.

Quizás las naciones más avanzadas en éste campo argumenten que la transferencia de tecnología no se dá en forma gratuita, pero como se puede observar, aunque en los foros o estatutos de carácter universal como lo es las Naciones Unidas, la Organización de Estados Americanos o la Agencia Internacional de Energía Atómica, proclamen la cooperación internacional para resolver los problemas de las naciones, el fomento de la solidaridad, la procuración del desarrollo, entre otras propuestas; la realidad ha sido bastante diferente. 131

El problema de la cooperación internacional es muy complejo y en México la falta de una tecnología adecuada para desarrollar otras fuentes de energía es un asunto que irá tomando mayor importancia en las próximas décadas.

Como dice el autor Alonso Dalmau, que aunque se tengan vastas reservas de hidrocarburos "no es aconsejable basar un plan de desarrollo integral a mediano y largo plazo en una fuente que es limitada y no renovable.

"La comunidad mundial ha comprendido esto desde hace mucho tiempo. Por consiguiente, la necesidad de facilitar el acceso a las tecnologías requeridas ha sido repetidamente afirmada en la mayoría de los foros..." 132

Por último, se ha propuesto que los organismos como el OIEA, el Organismo para la Proscripción de Armas Nucleares en América

131) Ver los postulados de la O.N.U. y del O.I.E.A. en el punto 1.1.

132) Dalmau Costa, Alonso. Op.Cit. p.8.

Latina (OPANAL), y el Tratado de No Proliferación deben retomar su enfoque internacional que motivó su formación; el cual debe ser en sus dos expresiones: el de salvaguardias, y la transferencia de tecnología. 133

133) Ibidem, p.11.

3.2- EL PROBLEMA FINANCIERO.

La falta de recursos financieros en México y la crisis de la deuda externa han sido factores determinantes en el desarrollo nuclear de México.

Es bien sabido que la escasez de recursos ha afectado el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo; y en nuestro país, ha motivado que varios programas de interés nacional no se lleven a cabo debido a las inversiones que deben realizarse.

Entre esos programas, la industria nuclear se vió duramente afectada por la falta de recursos económicos, ya que al estar reservada al Estado, los presupuestos gubernamentales fueron insuficientes para avanzar en una forma rápida y eficaz.

En otros países como Estados Unidos o Alemania, el financiamiento para dichos programas ha corrido a cargo de compañías privadas, a quienes se les permitió explotar la energía atómica en

todos sus aspectos: producción de combustible, fabricación de reactores, venta de componentes, servicios industriales y venta de la electricidad producida, entre otras actividades.

En Estados Unidos por ejemplo, la necesidad de avanzar en la investigación nuclear para la producción de armas atómicas, permitió el rápido avance de este país en materia nuclear al final de la Segunda Guerra Mundial. Para ello se concedieron subsidios a las compañías privadas encargadas de la producción de energía nuclear, se ofrecieron facilidades legales y en 1956 la Comisión de Energía Atómica (USAEC) les garantizó la compra del plutonio que produjeran sus plantas. 134

En cambio los países socialistas encabezados por la Unión Soviética, al tener una economía planificada, tuvieron el control para orientar sus recursos y dar prioridad a sus proyectos de defensa y energía.

En nuestro país, las prioridades fueron distintas y lo siguen siendo hasta hoy para atender otros problemas de carácter económico, político y social.

El programa nuclear de México vislumbraba un rápido avance a principios de los Setentas, pero se requerían grandes inversiones que el Estado debía planear a mediano y largo plazo.

El problema para destinar recursos al programa nuclear se dividió nuevamente en dos partes:

1- Para financiar los proyectos de exploración, extracción y con-

134) K.S. Shrader-Frechette. Op.Cit. pp. 22 a 24.

concentración de uranio.

2- Para llevar a cabo la construcción de la nucleoelectrica de Laguna Verde.

Según URAMEX, México y Brasil se encontraban entre los países menos industrializados en este rubro, el gasto que asignaron únicamente a la exploración uranífera en los años de 1972 y 1977 fue la siguiente:

	Año 1972	1977
Brasil	1,5 Millones de dólares.	19.0 Millones de dólares.
México.	488 Mil dólares.	2.0 Millones de dólares.

Estas cifras muestran la notable diferencia de las políticas financieras entre ambos países en esos años. 135

Es importante mencionar que Brasil como nación en vías de desarrollo, se ha convertido en la actualidad en una de las reservas mundiales de uranio con 163,276 toneladas probadas de U308, y se estima además que para 1992 y 1995 termine la construcción de sus segundo y tercer reactores respectivamente. 136

El caso de Brasil también es distinto ya que la Constitución brasileña permite la participación de empresas privadas extranjeras. En 1988 el organismo responsable de la nucleoelectricidad (ELECTROBAS) negoció un préstamo del Banco Mundial por 500 mi-

135) Uranio Mexicano. Op.Cit. p.73.

136) Nuexco International Corporation. Op.Cit. pp20 y 21.

llones de dólares, debido a que para concluir la construcción de sus reactores se ha estimado un costo de 2.7 billones de dólares. Se dice que además podría ser financiado por Japón con un fondo de 500 millones y por bancos europeos con 200 millones a través de inversiones. 137

En México, la solicitud de presupuestos en 1978 por los órganos competentes fue de 1,536.4 millones de pesos para que se diera prioridad a las actividades de exploración, extracción y beneficio, pero el Estado solo autorizó 598.6 millones de pesos; es decir solo el 38.9%, por lo que la política de crecimiento en aquella década se empezó a tornar en una política de "mantenimiento" del programa nuclear. 138

Debido a que en nuestro país el Estado tiene la exclusividad en la actividad nuclear, no ha existido otro tipo de financiamiento y solo se ha contado con los recursos que dispone el gobierno, y dada la problemática por la que pasaban los organismos en ésta área, se tuvo que paralizar la actividad nuclear en 1982 a excepción de la construcción de la planta de Laguna Verde.

Para ese tiempo era de suponer que en medio de la crisis económica, las empresas paraestatales poco productivas iban a desaparecer con la política de reestructuración de Miguel De la Madrid para sanear un poco el gasto público, y a la vez obtener dos cosas:

- 1- Evitar mayor endeudamiento externo.

137) Ibidem, pp. 20 a 22.

138) Uranio Mexicano. OpCit. p. 240.

2- Obtener nuevos préstamos financieros de diversos bancos, acatando sus lineamientos, como los del Fondo Monetario Internacional, en el que "aconsejaban" la reducción de las empresas públicas y los subsidios en la economía nacional. 139

Aunque la actividad nuclear en México tuvo nuevos cambios durante el sexenio anterior, los tres proyectos técnicamente posibles de llevarse a cabo por URAMEX, requerían las inversiones que se muestran en el cuadro 3.1.

Si se llegara a terminar alguno de esos proyectos, por ejemplo el de "Peña Blanca" que requería de 7,300 millones de pesos, 34 millones de dólares aproximadamente, con el tipo de cambio actual del dólar americano, el Estado tendría que disponer aproximadamente 102 mil millones de pesos; los cuales únicamente sería destinados para la fase de concentración de uranio, cuya producción aún sería insuficiente.

Según el autor Castañeda, si la Comisión Federal de Electricidad decide realizar otro proyecto nucleoeléctrico en los próximos años, entonces se tendría que dar mayor énfasis a las estrategias de producción de uranio a través de los proyectos minero-metalúrgicos antes señalados, así como reiniciar las exploraciones de yacimientos de uranio. 140

Lo anterior quiere decir que si México deseara la autosuficiencia en la obtención de concentrados de uranio, sin mencionar las demás etapas del ciclo del combustible, el Estado tendría que

139) Apuntes de la materia Política Exterior de México.

140) Castañeda, Miguel. Op.Cit. p.7.

PROYECTOS DE PRODUCCION DE CONCENTRADOS
DE URANIO.

PROYECTO	INVERSION
	MILLONES DE PESOS 1985
Peña Blanca	7,300
Alberto Barajas	1,450
URAMEX-FERTIMEX (UF-1)	9,660

Cuadro 3.1. Inversiones requeridas para los proyectos
de URAMEX en 1985.

Fuente: Castañeda, Miguel. La Producción de Uranio en
México, México. Universidad Nacional Autónoma de
México. 1986. Primera Edición. p.98.

disponer un presupuesto bastante elevado para cumplir esos objetivos.

En cuanto a la central de Laguna Verde, se dice que su costo ha sido de entre 3 mil y 4 mil millones de dólares, pero se debe considerar que esas cifras no se pueden tomar como absolutas, ya que la información que ha dado a conocer el Estado no hace mención sobre los costos de mantenimiento, o de otras infraestructuras relacionadas con la ingeniería civil, o la administración, capacitación de técnicos, entre otros.

Además en esas cifras parece que hay incongruencias, ya que al comparar el caso de Brasil con la información de NUEXCO y la información de los costos de Laguna Verde, para poder completar la instalación de los reactores P.W.R. Brasil está requiriendo los 2.7 billones de dólares mencionados anteriormente. Entonces ¿Cómo es posible que el costo de la planta de Laguna Verde haya sido de solo 3 mil o 4 mil millones de dólares?

En fin, la situación es que siguen siendo miles de millones de dólares los costos de la diversificación de fuentes de energía en nuestro país.

Si acumulamos las inversiones que se debieron haber realizado para realizar un programa nuclear en forma creciente y no de mantenimiento, nos damos cuenta que las erogaciones del Estado en materia nuclear hubieran sido incosteables para cualquier país en vías de desarrollo.

Con las circunstancias hasta hace algunos años y la situación financiera del país en general, destinar un presupuesto de la mag-

nitud antes mencionada, no podría justificarse -como opina el autor Antonio Ponce- únicamente para el área nuclear, habiendo problemas serios de desarrollo en México. 141

Durante el sexenio anterior la crisis financiera afectó todos los aspectos económicos del país, y en los primeros dos años del nuevo régimen se ha trabajado en la búsqueda de mecanismos para la reducción de la deuda externa, así como otras medidas tendientes a la estabilidad y el desarrollo a través de la disminución del aparato gubernamental.

141) Ponce M., Antonio. "El Ciclo del Combustible Nuclear". Op.Cit.
p.9.

3.3- LA POSICION DE MEXICO EN EL PLANO INTERNACIONAL.

En el contexto internacional de la energía nuclear, los avances y beneficios que de ella se obtiene muestran una gran diferencia entre los países industrializados que constituyen la élite y las naciones en vías de desarrollo que apenas han incurrido en esa área. México se encuentra en éste último grupo y su posición entre el resto de los países se verá a continuación.

De acuerdo con datos de 1987, existen 26 naciones que poseen reactores nucleares para generar energía eléctrica; de los cuales 6 países en desarrollo además de México, han tomado la opción de instalar reactores para diversificar sus fuentes de energía.

Corea encabeza la lista con 7 reactores, seguida de la India y Taiwán con 6, Argentina con 2, y Brasil y Pakistán con 1 respectivamente. Nuestro país a pesar de que posee 2 reactores, solo ha iniciado el funcionamiento de la unidad número 1.

En cambio, el resto de los países aparece en el cuadro 3.2. De ellos Estado Unidos posee el mayor número de reactores con 117, seguido de Francia y la Unión Soviética con 58 cada uno, Reino Unido con 40, Japón con 37 y Alemania (R.F.A.) con 29. ¹⁴²

En estos países es donde se concentra el "monopolio" de la tecnología nuclear, ya que al hacer la sumatoria del número de reactores que tienen, nos dá la cantidad de 330 cuando se ha calculado que existen 450 en todo el mundo aproximadamente.

Como se puede observar, a excepción de la Unión Soviética, las potencias del bloque capitalista son las que han llevado el control de la tecnología nuclear con fines pacíficos; pero si bien han realizado avances importantes en la investigación en ésta área, también han constituido un bloque en el cual defienden sus intereses sin colaborar de una manera abierta a la solución de los problemas de contaminación radiactiva o a la cooperación tecnológica para que otros países puedan adoptar la energía nuclear a sus planes de desarrollo.

Ahora, en lo que se refiere a recursos uraníferos, al haberse determinado las reservas de uranio en México, las cifras dadas a conocer por los organismos estatales no representan una cantidad importante dentro de las reservas mundiales de este recurso energético.

El análisis efectuado por Miguel Castañeda en "La Producción de Uranio en México", concluyó que de las 14,522 toneladas de U308

142) Cartel de la C.F.E. sobre la situación mundial de la nucleoelectricidad.

REGION Y PAIS	NUMERO DE REACTORES*	POTENCIA (MW)	EXPERIENCIA (AÑOS - REACTOR)	REGION Y PAIS	NUMERO DE REACTORES*	POTENCIA (MW)	EXPERIENCIA (AÑOS - REACTOR)
NORTEAMERICA				ASIA			
1. Canada	21 (3)	12,600	166	19. Corea	7	5,400	29
2. Estados Unidos	117 (11)	91,600	1154	20. India	6	1,200	67
Subtotal	138 (14)	107,200	1340	21. Japón	37 (1)	26,700	357
EUROPA OCCIDENTAL				LATINO AMERICA			
3. Alemania Federal	27 (4)	19,000	257	22. Pakistán	1	100	15
4. Bélgica	8 (1)	5,500	80	23. Tailandia	6	4,900	33
5. España	9	6,600	73	Subtotal	57 (1)	22,200	507
6. Finlandia	4	2,300	35	AFRICA			
7. Francia	53 (5)	49,800	134	24. Argentina	2	500	15
8. Holanda	2	500	31	25. Brasil	1	800	6
9. Italia	31 (2)	1,400	76	Subtotal	3	1,700	25
10. Reino Unido	40 (2)	10,200	771	26. Sudáfrica	2	1,800	6
11. Suecia	13 (1)	9,700	123	Subtotal	2	1,600	6
12. Suiza	5	2,900	64	TOTAL			
Subtotal	170 (17)	162,400	1947		452 (35)	302,200	4616
EUROPA ORIENTAL							
13. Alemania Democrática	5	1,700	63				
14. Bulgaria	5	2,000	33				
15. Checoslovaquia	9 (1)	3,300	36				
16. Hungría	4	1,600	10				
17. Unión Soviética	53 (2)	35,000	632				
18. Yugoslavia	1	600	6				
Subtotal	62 (3)	41,600	791				

* El número de reactores que ya no están en servicio se indica entre paréntesis

Cuadro 3.2. Relación de países que poseen reactores nucleares según datos de 1987. La fuente omite información de otros países como Australia, Irak o Israel.

Fuente: Cartel de la Comisión Federal de Electricidad sobre la situación mundial de la nucleoelectricidad.

de reservas probadas, se dedujo lo siguiente:

- 47 tons. Fueron producidas en forma de concentrados sucios entre 1969 y 1971.
- 4,120 " Son reservas que garantizan su disponibilidad para proyectos.
- 495 " Son reservas que podrían ser tratadas en plantas metalúrgicas aunque difícilmente recuperables.
- 1,420 " Equivalen a reservas que por su distribución dispersa geográficamente en pequeños yacimientos no justificarían la construcción de instalaciones metalúrgicas.
- 414 " Podrían ser tratadas en pequeña escala.
- 2,200 " Son reservas que no está definida su posibilidad de aprovechamiento.
- 5,826 " No están definidas y se desconoce su posibilidad de aprovechamiento. 143

En ese análisis también se estableció que solo el 35% aproximadamente son susceptibles de explotación o beneficio mediante instalaciones minero-metalúrgicas, o sea 4 mil toneladas aproximadamente, sin tomar en cuenta las 150 mil toneladas de reservas en Baja California por ser potenciales hasta el momento.

En cambio, las estadísticas mundiales de reservas de uranio indican que Australia, Sudáfrica, Canadá y Estados Unidos poseen la mayor parte con más de 400 mil toneladas cada uno. En el cuadro 3.3 se muestra la información más detallada sobre las reservas en otras regiones.

143) Castañeda, Miguel. Op.Cit. pp.3 y 4.

**DISTRIBUCION DE LAS RESERVAS DE
URANIO EN EL MUNDO OCCIDENTAL**

PAIS	RESERVAS (toneladas de U₃O₈)
Canadá	485,000
Estados Unidos de América	470,000
México	10,600
América del Sur	340,000
Europa	380,000
Sudáfrica	570,000
Resto de África	875,000
Australia	1'065,000
Asia	103,000
TOTAL	4'298,600

Cuadro 3.3. Distribución de las reservas mundiales de uranio, exceptuando a los países socialistas.

Fuente: Cartel de la Comisión Federal de Electricidad sobre el ciclo del combustible nuclear.

Se puede observar que las reservas de uranio en México son bastante menores en comparación con las reservas mundiales, como para tener un papel destacado similar a las reservas de los hidrocarburos.

En cuanto a la producción de concentrados de uranio, las dificultades mencionadas en el Capítulo II impidieron realizar los proyectos minero-metalúrgicos en nuestro país; por lo que se tuvo que recurrir a otras naciones para obtener el combustible nuclear ya elaborado.

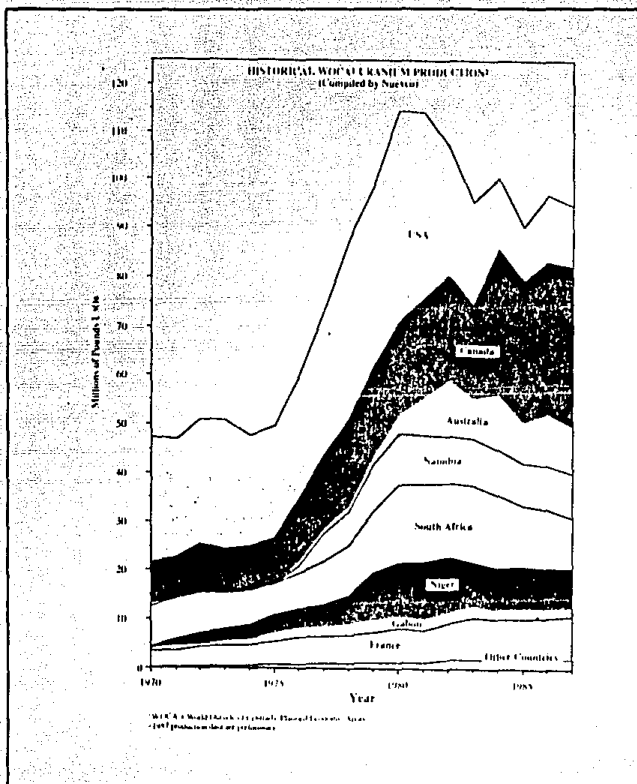
Como se vió en el punto 3.2, la Comisión Federal de Electricidad ha confiado que la adquisición de éste energético se obtendrá de otros países, que en términos de ventajas comparativas, pueden abastecernos del uranio enriquecido.

La producción mundial de uranio también está en manos de unos cuantos países. En el cuadro 3.4 aparece una gráfica sobre los principales países productores de uranio, así como su trayectoria hasta 1988.

Los principales productores son Estados Unidos, Canadá y Australia; de los cuales se espera que les podamos importar el combustible necesario para los reactores de Laguna Verde sin que vuelva a existir la retención que se sucitó en 1978 en Estados Unidos.

El autor Castañeda menciona que se importaron 530 toneladas de uranio U308 para el programa de Laguna Verde, pero no especifica si fue el uranio que se le compró a Estados Unidos en aquel tiempo. 144

144) Ibidem, p.78.



Cuadro 3.4. Gráfica donde se muestra los principales países productores de concentrados de uranio y su trayectoria hasta 1988.

Fuente: Nuexco International Corporation. "Monthly Report".
NUEXCO. Revista internacional sobre producción de uranio. Denver, Colorado, U.S.A. Noviembre 1988.
 No.243. p.38.

Si no existen obstáculos para la importación del combustible nuclear en los próximos años, tal vez los precios del uranio en el mercado internacional permanezcan relativamente bajos.

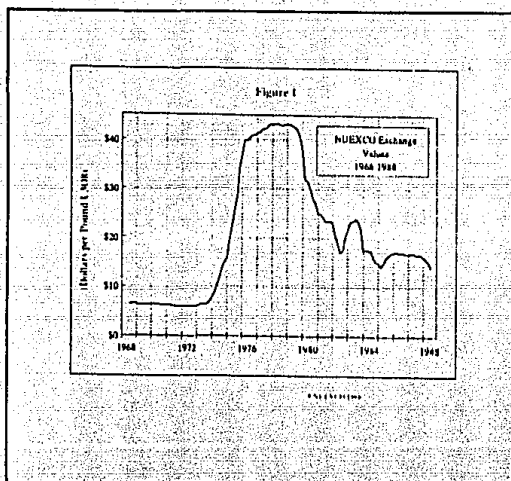
En el cuadro 3.5 se presenta una gráfica del comportamiento de los precios del concentrado de uranio hasta finales de 1988.

Se puede observar que en 1968 el precio era de 7 dólares por libra, a finales de la década de los Setenta aumentó a más de 40 dólares y en 1988 bajó a 15 dólares por libra aproximadamente. 145

Ese comportamiento es poco confiable para suponer que los precios actuales del concentrado de uranio permanecerán así por mucho tiempo; ya que en cualquier momento pueden dispararse nuevamente al igual que los precios del petróleo.

Puesto que el precio internacional del U308 no incluye el proceso industrial de enriquecimiento, los costos para obtener el servicio de enriquecimiento se deben considerar aparte; y como ya se comentó anteriormente, son pocos los países que poseen la tecnología del enriquecimiento, y todavía menos los que están dispuestos a enriquecer uranio a otros países que no sean de su "bloque económico-político" por los motivos expuestos en el punto 3.1.

El Estado al tener la exclusividad de la industria nuclear, como lo establecen las Leyes, ha hecho que la posición de México en el contexto internacional sea bastante débil, aún en comparación frente a las demás naciones en vías de desarrollo, para solicitar facilidades, no solo en la obtención de tecnología, sino también en la obtención de suministros.



Cuadro 3.5. Comportamiento de los precios del concentrado de uranio por libra (453.59 g.) hasta finales de 1988.

Fuente: Nuexco International Corporation. "Monthly Report".
NUEXCO. Revista internacional sobre producción de uranio. Denver, Colorado, U.S.A. Noviembre 1988.
 No. 243. p. 28.

En relación a esto, es oportuno comentar el avance que ha logrado Argentina como otra nación en vías de desarrollo en el área nuclear.

Argentina ha logrado obtener un desarrollo notable gracias a que concertó durante la década de los Setenta y los Ochenta acuerdos con algunos de los países avanzados en la energía atómica.

Entre esos países, la delegación de la Unión Soviética en una visita a Argentina ofreció cooperar en el área de la energía nuclear y ayudar en la instalación de centrales termoeléctricas, en el marco de un intercambio entre ambos países. 146

El nivel que alcanzó Argentina, orilló a los Estados Unidos a ejercer presiones sobre el gobierno del presidente Videla en aquellos años; en la cual impuso obstáculos en la realización de un Acuerdo sobre la venta de reactores entre la República Federal de Alemania y Argentina. 147

Asimismo, el acercamiento entre Argentina y Brasil a finales de los Setenta a través de sus presidentes Jorge R. Videla y João Baptista Figueiredo respectivamente, dieron como resultado acuerdos bilaterales de cooperación, entre los que se encontraba el desarrollo y aplicación de usos pacíficos de la energía atómica. 148

146) Varios. "Información Latinoamericana". Energía, Del Fuego al Atomo. Revista sobre energéticos. México. Dir. Ruiz Agueda.

Ed. Taller Editorial S.A. Año 2. Abril-Mayo 1980. No. 17 y 18. p.13.

147) Ibidem. pp.13 y 14.

148) Ibidem. Año 2. Junio-Julio 1980. No. 19 y 20. pp.18 y 19.

Sin embargo, se especuló que el régimen militar de Argentina planeó la construcción de la bomba atómica, gracias a los recursos financieros de un subsidio de 130 millones de dólares cuyo origen provenía de los contribuyentes canadienses, según afirmó una revista de Canadá llamada "Today Magazine". 149

La revista también mencionó que existían evidencias de que en el campo nuclear, colaboraban con Argentina científicos de Alemania Federal con pasado nazi, en el que además, ya habían construido un laboratorio para el procesamiento de combustible nuclear y hacer sus experimentos. 150

Según esa fuente, Argentina tuvo intenciones de servir como abastecedor de tecnología para otros países, y realizó un Acuerdo con Perú donde le vendió un reactor de investigación; además de brindar asistencia a naciones como Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, España, Israel y Venezuela. 151

El avance que alcanzó Argentina se dio cuando este país aún no estaba integrado al Tratado de Tlatelolco para la proscripción de armas nucleares en América latina de 1967.

Encontramos, pues, que otras naciones con carencias similares a las de México, sin siquiera adherirse a Acuerdos de carácter universal, han obtenido la cooperación de otros países para avanzar en lo que podría llamarse la "tecnología prohibida".

149) Ibidem, p.19.

150) Ibidem, pp.19 a 20.

151) Ibidem, p.20.

En las conferencias mundiales sobre energía nuclear de la OIEA, México ha criticado el comportamiento de éste organismo. En ellas se ha buscado mecanismos para que se facilite el avance de los países menos desarrollados, ya que si no ha sido posible la cooperación internacional en ésta área, cuando menos se asegure que se tendrá un abastecimiento de suministros nucleares a través de la Agencia a sus Estados miembros.

Hace ya una década, en 1980, México dió sus puntos de vista a través de su delegación encabezada por el físico Alonso Dalmau durante la XXIV Conferencia de la Agencia Internacional de Energía Atómica en Viena Austria; en esa Conferencia se dijo:

"Los países en desarrollo no han visto compensada su renuncia unilateral y libre al armamento nuclear, y muchos de ellos, al constatar que Estados no partes del "T.N.P." (Tratado de No Proliferación) han gozado de un amplio acceso a la tecnología nuclear, se preguntan ahora si el Tratado no se ha convertido más bien en lastre y obstáculo en la utilización de energía nuclear para usos civiles.

"En efecto, a diez años de la entrada en vigor del "T.N.P." confrontamos una irritante paradoja: éste instrumento ha resultado ineficaz para detener la carrera armamentista y destruir los arsenales existentes, pero eficaz para sembrar obstáculos y retrasar el desarrollo de la energía nuclear para usos pacíficos.

"Es preciso recordar que el derecho inalienable de todos los Estados a aplicar y desarrollar sus programas para la utilización

de la energía nuclear con fines pacíficos, según reza el párrafo 1 del mencionado Artículo (Art. IV del TNP), no será debidamente respetado mientras se siga escamoteando la responsabilidad de facilitar a los países menos avanzados en la esfera nuclear, el más amplio intercambio posible de materiales, equipo e información científica y técnica para satisfacer sus necesidades legítimas de energía nuclear.

"Digamos en breve que la formación del C.A.S. (Comité sobre Seguridades de Suministros en Materia Nuclear) debería ser considerada como la ocasión propicia para crear las condiciones de una nueva etapa en la vida del Organismo en la que los países puedan contraer compromisos de suministros sobre bases confiables y a largo plazo, y que con ese fin el C.A.S. debería abrir la puerta de la negociación". 152

Se puede pensar que el esperar que se lleve a cabo una "justicia y cooperación internacional" en materia nuclear es algo utópico en nuestros días, sobre todo cuando se trata de aprovechar ese tipo de tecnología como fuente de energía.

Sería erróneo confiar en que se podrá obtener cooperación en base únicamente en el legítimo Derecho internacional de las naciones para obtener su crecimiento.

Quizás una alternativa para el problema de la cooperación en

152) Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. "Intervención de la Delegación Mexicana en la XXIV Conferencia del O.I.E.A. Viena, Austria". 5 Serie Documentos. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México. ININ. 1980. No. 5. pp. 4 a 7.

materia nuclear, es la formación de un organismo nacional como se ha hecho en Europa para facilitar y fomentar el intercambio de información técnica y otro tipo de apoyos a través de agrupaciones como los "Forum's" atómicos, que se crearon primero en Estados Unidos en 1953 con el nombre de Atomic Industrial Forum, y después en varios países europeos como España, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo, entre otros; los cuales son asociaciones privadas no lucrativas que tratan de agrupar en su ámbito internacional los intereses industriales, intelectuales, científicos, económicos y sociales relacionados con la energía atómica. 153

Sin embargo, la ausencia en México de asociaciones de este tipo, la nula participación privada en la industria nuclear, así como la poca simpatía y desconocimiento de la energía atómica por parte de la sociedad, hacen descartar esa posibilidad en nuestro país.

Otra alternativa es que dicho intercambio y cooperación se lleve a cabo entre los países en vías de desarrollo a través de las dependencias de los gobiernos afines a esta actividad como la función de la Comunidad Europea de Energía Atómica (EURATOM), organismo que depende de la Comunidad Económica Europea; pero México se enfrentaría al problema de las diferencias políticas que existen en algunas naciones como es el caso de Brasil que ya se comentó anteriormente, o el de la India que ha dado usos bélicos a la energía nuclear.

Otra posibilidad se encuentra en los organismos regionales como la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) en la cual

153) Tocino Biscarolasaga, Isabel. Op.Cit. pp.81 y 82.

México forma parte, pero éste organismo al igual que algunos otros pertenecientes a las Naciones Unidas como la Comisión Interamericana de Energía Atómica, han estado poco activos ante la cuestión de la energía y se han centrado en el estudio de los problemas del sector energético en la región latinoamericana y del Caribe, más que en la búsqueda de soluciones en dicha área.

Entre sus estudios la OLADE ha reconocido que, tras haberse emprendido proyectos para tener mayores fuentes de energía incluyendo la nuclear en América Latina en la década de los Setenta, los Ochenta fue una década perdida para la región debido a la crisis económica y social que ha frenado su desarrollo y crecimiento. 154

Tal vez en los próximos años se logre un entendimiento mucho más homogéneo donde se planteen intereses comunes para los países latinoamericanos cuyos resultados ya se pueden observar en los Convenios sobre interconexiones eléctricas, la construcción de gasoductos o el Acuerdo de San José entre México y Venezuela para suministrar petróleo al Istmo de Centroamérica y el Caribe.

Algo similar se podría dar para el caso de la tecnología nuclear, pero mientras se logra establecer esa conciencia plenamente, la política exterior mexicana en este sentido tendrá que hacer uso de la negociación bilateral o multilateral en caso de ser necesario,

154) Organización Latinoamericana de Energía. "La Década de los Ochenta: Cooperación para Enfrentar el Estancamiento Económico-Energético". Revista Energética. Revista de la Organización Latinoamericana de Energía. Quito, Ecuador. OLADE. Año 14. No. 1. Enero-Abril 1990.

para obtener los suministros y el equipo necesarios en los próximos años directamente con los países que puedan abastecernos, alejándose de las formalidades que impone la organización internacional; cosa que ya se ha venido haciendo últimamente.

CAPITULO-IV.

PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR COMO
ACTIVIDAD ESTRATEGICA EN NUESTRO PAIS.

4.1- PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO EN BASE A LOS PROGRAMAS REALIZADOS POR EL ESTADO.

Los esfuerzos encaminados para lograr una determinada autosuficiencia en la producción de uranio y el desarrollo de la tecnología nuclear en México, dieron como resultado algunos avances y proyectos en ésta área; los cuales podrían realizarse en caso de ser necesario, de acuerdo con la situación mundial de los energéticos para el próximo siglo.

Debido al valor estratégico del uranio, la búsqueda de otros procesos metalúrgicos más eficientes y flexibles que permitieran tratar minerales más pobres en uranio, ha dado lugar a la investigación de nuevos métodos con el fin de sacar provecho de otras sustancias mezcladas con éste recurso.

Entre los nuevos procesos, se encuentran la recuperación del uranio que está asociado a la roca fosfórica; al uranio contenido en los minerales de cobre; y el uranio disuelto en el agua de mar.

-Recuperación de uranio asociado a la roca fosfórica:

En la actualidad ya existen varios procedimientos para su aprovechamiento. Desde inicios de la década de los Ochenta, Estados Unidos tiene en operación 4 plantas para éste propósito: Uranium Recovery Corp., Wyoming Mineral Corp., Gardiner Inc., y Free Port Mineral Co.. 155

Para México, un proceso de recuperación a partir de la roca fosfórica es de gran importancia debido a los grandes yacimientos que existen en la Península de Baja California y que se suman a las bastas riquezas naturales que hay en la región, donde bien podrían ser de interés para los Estados Unidos.

Otros países como España, Francia, India, Israel y México están realizando sus investigaciones a este respecto.

-Recuperación de uranio de minerales cupríferos:

La recuperación a partir de los minerales de cobre se está estudiando en plantas piloto en la República de Chile, Estados Unidos y Sudáfrica.

-Recuperación de uranio del agua de mar.

Actualmente ya es una posibilidad ese proceso, pero su costo es sumamente elevado. En Japón se ha logrado recuperar únicamente 60 miligramos de uranio de 400 toneladas de agua de mar. 156

155) Ajuria garza, Sergio. Proyectos Minero-metalúrgicos para la Producción de Concentrados de Uranio. México. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. 1983. Segunda Edición. Tomo I. pp.8 a 31.

156) Idem.

Ahora bien, durante sus funciones URANEX diseñó proyectos para procesar los minerales de uranio mediante plantas minero-metalúrgicas, de los cuales algunos ya han sido mencionados en capítulos anteriores y son de interés citar los siguientes:

- *Proyecto "Peña Blanca", en el Estado de Chihuahua.
- *Proyecto "Alberto Barajas", en Sonora.
- *Proyecto "La Coma Buena Vista", en Nuevo León.
- *Proyecto en colaboración con la empresa paraestatal FERTIMEX para recuperar como subproducto del ácido fosfórico 150 toneladas de concentrados de uranio anuales durante 10 años, en las instalaciones de la unidad de Pajaritos en Minatitlán, Veracruz.
- *Proyecto de recuperación secundaria UF-1, para producir en 10 años un total de 4,160 toneladas de U308.
- *Proyecto URANEX-CANANEA, para recuperar 16 toneladas de U308 a partir de las soluciones de cobre. La producción de uranio podría incrementarse según el crecimiento de esa compañía minera.
- *Proyecto UF-2, para recuperar alrededor de 180 toneladas anuales de uranio del ácido fosfórico en la planta de FERTIMEX en Lázaro Cárdenas, Michoacán. 157

En cuanto a los programas nucleoelectrónicos, la Comisión Federal de Electricidad elaboró un proyecto más aparte de Laguna Verde para la generación de electricidad.

En él se contemplaba que para el año 2000 se lograra la instalación de 5,300 y 8,300 megawatts provenientes de plantas nu-

cleoeléctricas; sin embargo, es obvio que no será factible cumplir con esos objetivos para esa fecha. 158

A partir de 1988, al iniciar el periodo de gobierno del presidente Carlos Salinas De Gortari, se han hecho planes, programas y eventos sobre la situación actual relacionados a la energía nuclear en México; los cuales es necesario mencionar, y entre ellos destacan los siguientes:

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994.

El Plan para este sexenio señala en materia de política exterior, que se está perfilando una nueva concepción de las relaciones internacionales a través de una configuración distinta de las alianzas estratégicas, en donde México debe participar activamente de ese cambio a fin de iniciar el próximo siglo con una posición firme. Uno de los varios objetivos para lograrlo, será el preservar la soberanía con la defensa de la integridad territorial de los mares, plataformas continentales, de los recursos naturales y de la autonomía del país. 159

El Plan pretende propiciar las condiciones externas favorables para la solución de los problemas nacionales, e identificar intereses con otros países para lograr la concertación internacional.

En cuanto a la infraestructura energética, se prevé que en los próximos años el abasto de energía será de gran importancia para

158) Ibidem. pp. 80 a 96.

159) Nacional Financiera. "Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994".

El Mercado de Valores. Revista de Nacional Financiera S.N.C.

México. NAFINSA. Suplemento al No. 11. Junio 1, 1989. pp. 40 a 41.

lograr el desarrollo del país. También se plantean que se deberán incrementar los recursos a través del financiamiento público, privado y externo en los términos que dicta la Ley. El campo de la electricidad seguirá reservada al Estado como lo establece la Constitución. 160

Para el aprovechamiento de las fuentes energéticas se incluyen obras de infraestructura para que en los próximos años el abasto de energía cumpla con las metas de crecimiento.

El Plan contempla en casi todos sus puntos la adopción de una política de modernización que también se extenderá a los campos científico y tecnológicos del país, con la ayuda de la elaboración de convenios de cooperación entre instituciones extranjeras y nacionales. 161

PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACIÓN ENERGÉTICA 1990-1994.

Como parte de los objetivos propuestos en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, en este Programa se elaboró un análisis de la situación energética que prevalece en México. Quizás este documento sea el más importante hasta el momento sobre la problemática, las acciones a realizarse, los objetivos, y las expectativas de cada uno de los energéticos para los próximos años en México.

El Programa establece primeramente un balance general de la situación y de la problemática que enfrenta el sector energético, cuyo contenido se abordará en el punto 4.2.

160) Ibidem. p.94.

161) Ibidem. pp.101 a 102.

Entre los objetivos que se plantean para el sector energético son los siguientes:

- 1-Garantizar la suficiencia energética.
- 2-Fortalecer la vinculación del sector energético con la economía, la sociedad y la protección al medio ambiente.
- 3-Consolidar un sector energético más moderno y mejor integrado. 162

Para realizar lo anterior, se pretende atender prioridades básicas que están enmarcadas dentro de la política energética nacional que consisten en:

- Ahorro y uso eficiente de energía.
- El financiamiento para el desarrollo del sector.
- Expansión de la oferta energética.
- Productividad.
- La diversificación de fuentes de energía.
- Reorganización y reestructuración de las entidades del sector.
- La participación eficaz en el mercado internacional.
- Contribución del sector energético a la protección ambiental.
- Precios y tarifas.
- Investigación y desarrollo del sector. 163

Cada una de las prioridades señaladas anteriormente, tienen una gran importancia para México dentro de la actividad económica na-

162) Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Programa Nacional de Modernización Energética 1990-1994. México. SEMIP. 1990. Primera Edición. p.17.

163) Idem.

cional; sin embargo, hay que profundizar en algunos de ellos para efectos de ésta investigación.

En el punto concerniente a la Diversificación Energética, el Programa hace un análisis referente a otras fuentes de energía en el país además de los hidrocarburos.

En él se afirma que la principal fuente de energía en México son y seguirán siendo por mucho tiempo los hidrocarburos, por lo que existe la necesidad de que se reduzca la alta dependencia hacia este recurso. 164

Respecto a la transición energética, se tiene a la rama eléctrica como el "vértice" de ese proceso, ya que conforme va transcurriendo el tiempo, el subsector eléctrico deberá ir cobrando mayor importancia con relación al petróleo. 165

En el caso del proceso de diversificación de la rama eléctrica, el Programa considera otras 3 opciones para ese fin:

a) Fortalecer y ampliar la prospección nacional de los recursos energéticos importantes: carbón, uranio, geotermia e hidráulicos.

En estos casos se tiene un conocimiento básico de ellos y la tarea es precisar y evaluar en detalle los potenciales.

b) El aprovechamiento de las distintas opciones deberá tomar en cuenta los potenciales de reservas, los tiempos de maduración de los proyectos de desarrollo, los impactos ambientales de cada tipo de fuente, los precios de los distintos energéticos, costos de inversión, entre otros.

164) Ibidem. p.55.

165) Ibidem. p.56.

c) En el proceso de diversificación no necesariamente se tendrá que ser totalmente autosuficiente en el suministro de las fuentes de energía, ya que puede ser conveniente la importación de algunos recursos. 166

El Programa señala que el desarrollo de fuentes alternas se ve complementado con la energía nuclear; en el cual se dice lo siguiente:

"Una alternativa real para contribuir a la diversificación y así reducir los requerimientos, tanto de combustóleo, como de carbón importado, es la nuclear.

"Asimismo, con la realización del proyecto de Laguna Verde se ha conformado grupos de especialistas competentes en los diversos aspectos técnicos de esta fuente, desde la ingeniería de detalle, hasta los aspectos de seguridad y salvaguardias; se ha constituido un importante capital humano, cientos de hombres-año de calificación que se perdería de no continuar con el programa nucleoelectrico". 167

Como podemos observar, el Programa definitivamente apoya los proyectos nucleoelectricos como una fuente alterna de energía, en el cual ya se vislumbra que para el año 2010 se incorporen 1.6 Gigawatts (gw) y 5.5 (gw); pero curiosamente, no deja claro si esa capacidad vaya a provenir de plantas nucleoelectricas. Solo se afirma que "La definición de los programas nucleoelectricos debe darse en los próximos años". 168

166) Idem.

167) Ibidem. p.57.

168) Ibidem. p.58.

También se menciona que para realizar los esfuerzos de diversificación, se tiene que procurar al mayor aprovechamiento posible de las oportunidades para el desarrollo de sistemas de co-generación con el objetivo de lograr mayor eficiencia, principalmente en el medio rural. 169

En cuanto al punto de la Investigación y Desarrollo, los institutos de investigación del sector energético constituyen la infraestructura científica, tecnológica y de servicios más importante del país, pero requieren de un constante fortalecimiento.

Respecto al I.N.I.N., el Programa señala que se continuará el desarrollo de combustibles nucleares, las actividades de diseño, ingeniería y construcción de instalaciones nucleares.

Se seguirá con las actividades de diseño para los depósitos de desechos radiactivos, apoyará los aspectos de seguridad e inspección de instalaciones nucleares, continuará con la aplicación y desarrollo de técnicas para su utilización en los sectores salud, agropecuario e industrial y seguirá con sus vínculos con las instituciones de investigación superior. 170

SEGUNDO INFORME DE GOBIERNO 1990.

En el reciente informe se habló principalmente sobre los resultados de la renegociación de la deuda externa; sobre el Programa Nacional de Solidaridad, y el análisis de la conveniencia del Acuerdo de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México.

169) Idem.

170) Ibidem. pp. 64 y 65.

También se ratificó que la nación "mantendrá la propiedad y el dominio pleno sobre los hidrocarburos, y el Estado seguirá ejerciendo íntegramente las facultades que le otorga al Artículo 28 de la Constitución para desarrollar de manera exclusiva, las áreas estratégicas". 171

Se mencionó que la Comisión Federal de Electricidad ha mantenido sus programas de expansión, mismos que han aumentado en más de 6% la generación de electricidad durante 1990. 172

ANEXO AL II INFORME DE GOBIERNO 1990.

En el Anexo del anterior Informe, se menciona que se continuó la construcción de 370 mw. cuyo origen serán de plantas generadoras de electricidad a base de fuentes alternas. Entre los proyectos se incluyen 4 hidroeléctricas en el Estado de Sinaloa, 1 carbocarbónica en Coahuila, y los trabajos de la unidad no.2 de la nucleocarbónica de Laguna Verde. 173

En éstos avances se menciona que se dotó de electricidad a 169 poblaciones, y la producción minera paraestatal se incrementó en 3.8%. En esa producción no se señala al uranio y únicamente se destaca la sal, azufre y la roca fosfórica. 174

171) Salinas De Gortari, Carlos. "Segundo Informe de Gobierno". Periódico Uno más Uno. México. Dir. Gutiérrez R. Luis. 2/XI/1990. p.111.

172) Ibidem. p.V.

173) Salinas De Gortari, Carlos. Segundo Informe de Gobierno 1990. Anexo. Estados Unidos Mexicanos. 1990. Primera Edición. Presidencia de la República. p.63.

174) Ibidem. p.64.

TRABAJOS EN LAGUNA VERDE.

Sobre las actividades para la conclusión del segundo reactor de Laguna Verde, éste podría ser puesto en operación en un plazo no mayor de 4 años. 175

La aportación que está dando la puesta en marcha del reactor no.1 se dice que es de 3%, y una vez que entre en funcionamiento el segundo reactor, la nucleoelectrónica participará con el 6% del total de la capacidad instalada de generación eléctrica. 176

ACTIVIDADES EN EL I.N.I.N.

En cuanto a las actividades que se están realizando en este instituto, el titular Carlos Velez Ocón dijo que se tendrá un presupuesto de 85 mil millones de pesos en 1991 para el desarrollo de la energía nuclear mexicana. Actualmente se dice que se están ejecutando 50 proyectos de investigación y la prestación de 100 servicios diferentes para los sectores médico, industrial, agropecuario y asistencial. 177

Finalmente el pasado 31 de enero de 1991, se llevó a cabo un acto conmemorativo de los 35 años de investigación nuclear en México, en el Centro Nuclear de Salazar, Estado de México.

En esa ceremonia, el subsecretario de energía de la SEMIP Alberto Escofet, dijo en presencia de científicos y directivos del ININ

175) "Autoriza SEMIP la operación..." Uno más Uno. Op.Cit. p.8.

176) "Carlos Velez: La nucleoelectricidad, la mejor alternativa como fuente alterna". Periódico El Nacional. México. Dir. Ramirez A. Virgilio. 11/Enero/1991. p.24.

177) Idem.

que el presidente Carlos Salinas De Gortari no ha considerado la creación de otra nucleoelectrica aparte de Laguna Verde, y que es urgente multiplicar las aplicaciones no energéticas de la energía atómica. 178

También mencionó que ante la incertidumbre de un abasto de petróleo, la energía nuclear deberá ocupar el lugar que le corresponde. Sobre Laguna Verde, la unidad 1 está trabajando a toda su capacidad y se espera que la unidad 2 esté terminada a finales de sexenio para que entre en operación inmediatamente. 179

178) "No se prevé la creación de ninguna otra nucleoelectrica: Escofet A.". Periódico Excelsior, México. Dir. Díaz Redondo Regino. 1/Febrero/1991. pp.4 y 31.

179) Idem.

4.2- PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR EN LA DIVER- SIFICACION DE FUENTES ENERGETICAS EN MEXICO.

La crisis actual del Medio Oriente y sus repercusiones en los mercados internacionales del petróleo, así como en el abasto de este esencial recurso; han puesto en evidencia el interés de los países altamente industrializados hacia las naciones que poseen las grandes reservas de hidrocarburos.

Así ha sucedido con la presencia de los Estados Unidos y otros países imperialistas durante la Guerra del Golfo Pérsico, quienes buscan garantizar que el abasto de petróleo les esté asegurado para la entrada del próximo siglo.

Por ello y desde tiempo atrás, la diversificación de las fuentes de energía está dentro de los planes de desarrollo de la mayoría de los países para enfrentar un posible desabasto del "oro negro".

En México la diversificación energética ha tenido ciertos avances; pero como se ha mencionado en el Programa Nacional de Moderni-

zación Energética, los hidrocarburos son y seguirán siendo por mucho tiempo la principal fuente de energía en el país. 180

Es oportuno hacer referencia a la información que expone ese documento, para conocer un poco la situación energética de México.

En él se señala que el sector energético de México ocupa el octavo lugar mundial en reservas de hidrocarburos, es el sexto en producción petrolera; y en capacidad eléctrica, entre las primeras veinte del mundo. 181

El carácter estratégico y la importancia del sector energético en general es expuesto por las siguientes razones:

- Proporciona la energía necesaria para el funcionamiento y expansión del aparato productivo y el bienestar social, e impulsa el desarrollo de múltiples industrias.
- El sector aporta el 4.2% del PIB (1988) y emplea de manera directa a más de 300 mil personas.
- La inversión realizada del sector respecto del total público fue de 34.6% en 1988.
- Entre 1983-1988, sus aportaciones fiscales sumaron alrededor de 180 billones de pesos a precios de 1988, que significa una participación promedio de 43% en los ingresos de la Federación.
- Y entre 1983 y 1988, el sector aportó cerca de 70 mil millones de dólares por concepto de exportaciones petroleras. 182

180) Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Programa Nacional de Modernización Energética. Op.Cit. p.55.

181) Ibidem. p.15.

182) Ibidem. pp.24 a 25.

Continuando con las estadísticas, las reservas de hidrocarburos se incrementaron de 5,078 millones de barriles en 1965, a 67,600 a finales de 1988. Sobre la producción de petróleo, esta se incrementó a 2.5 mil millones de barriles diarios. 183

En el período señalado anteriormente, la capacidad instalada de energía eléctrica se incrementó en 500%, la generación de la misma en 593% y la cobertura de servicio eléctrico a usuarios en 11.5 millones más. 184

Ante los obstáculos financieros que han bloqueado parte de los proyectos del sector energético, es necesario que exista una racionalización de la demanda a través del ahorro y uso eficiente de la energía para poder retomar el camino del crecimiento económico sostenido.

La oferta nacional de energía ha podido satisfacer las necesidades internas; en la cual los hidrocarburos representan la mayor dotación de energéticos en México, representando un 90% de la producción de energía primaria. 185

El Programa explica que a medida que transcurre el tiempo, la rama eléctrica, tendrá que ir tomando una mayor importancia respecto a los hidrocarburos. La expansión de la capacidad eléctrica, siguiendo con los esfuerzos de diversificación, ha sido estimada para alcanzar un cierto nivel hacia 1994.

183) Ibidem. p.25.

184) Idem.

185) Ibidem. pp.26 a 27.

En la siguiente lista, aparece el tipo de plantas generadoras de electricidad que existen en México y la producción en megawatts de cada una de ellas en 2 años distintos; donde se incluyen también los reactores de Laguna Verde.

CAPACIDAD INSTALADA (MW)		
	1988	1994
Hidroeléctricas	7,749	8,839
Nucleoeléctricas	—	1,350
Geotérmicas	700	820
Carboeléctricas	1,200	2,600
Duales 1/	—	2,100
Hidrocarburos	14,305	17,906
Diesel	89	154
Ciclo combinado	1,624	1,844
Turbogas	1,792	1,852
Combustóleo	10,800	14,056
TOTAL	23,254	33,615

1/ A operar 100% con carbón importado. *186

De esos totales la participación de los hidrocarburos se presenta como sigue:

PARTICIPACION % DE LOS HIDROCARBUROS		
	1988	1994
En la Capacidad Instalada	60	53
En la Generación	67	59

*187

Se ha estimado que a largo plazo, para el año 2010, se aprovechen de una manera óptima todas las fuentes alternas de energía a través de un incremento de las plantas generadoras, cuyas fuentes comprenden la hidráulica, geotermia, nuclear y carbón importado. La aporta-

186) Ibidem. p. 56.

187) Idem.

ción a la capacidad instalada de generación de energía eléctrica para ese año quedaría de la siguiente manera:

CAPACIDAD INSTALADA AL 2010		
	(GW)	
Hidroeléctricas	15.4	17.2
Nucleoeléctricas	3.0	6.9
Geotérmicas	2.4	2.4
Carboeléctricas	6.0	6.0
Duales 1/	13.0	20.2
Otros 2/	0.9	1.2
Hidrocarburos	30.3	27.5
Diesel	0.2	0.2
Ciclo combinado	1.9	1.9
Turbogas	3.9	3.9
Combustóleo	24.3	21.5
TOTAL	71.0	81.4

1/ A operar 100% con carbón importado.
2/ Incluye cogeneración y fuentes no convencionales.

*188

Como se puede observar, el Programa incluye dentro de la diversificación energética a futuro a la energía nuclear, en donde se explica lo siguiente:

"Desde un punto de vista técnico y económico, el desarrollo de plantas nucleoeeléctricas en nuestro país, en una perspectiva de largo plazo, está justificado.

"Se puede considerar que de no optarse por el desarrollo de más capacidad nucleoeeléctrica, la alternativa resultante es una alta generación a base de carbón importado en plantas duales. En tal

circunstancia habrá que considerar las necesidades de desarrollo de infraestructura portuaria y los problemas ambientales que se derivan de la quema del carbón (frente a los del combustóleo)". 189

Ahora bien, es necesario hacer algunas observaciones después de la información vista anteriormente.

Si revisamos las listas de plantas generadoras de electricidad, encontramos que hay una alta dependencia hacia los hidrocarburos para la producción eléctrica.

Suena bastante paradójico que para generar un tipo de energía se tenga que consumir otro tipo de energía, el cual a estas fechas, ese fenómeno debería ser en una forma mínima.

El destino de los energéticos en México hacia todos los demás sectores es algo complejo si observamos las estadísticas sobre sus aplicaciones en la economía del país. Tales estadísticas las podemos encontrar en los siguientes cuadros tomados del último Balance de Energía editado por la SEMIP.

En el cuadro 4.1 aparecen los datos de la producción de fuentes de energía primaria en México hasta 1989, expresados en unidad de calorías.

En el cuadro 4.2 se muestra de manera más práctica la producción total de fuentes de energía en el país.

En el cuadro 4.3 se presenta un diagrama en el que aparecen de lado izquierdo las fuentes de energía, su trayectoria en los dife-

189) Ibidem. pp.57 y 58.

cuadro 1: producción de energía primaria

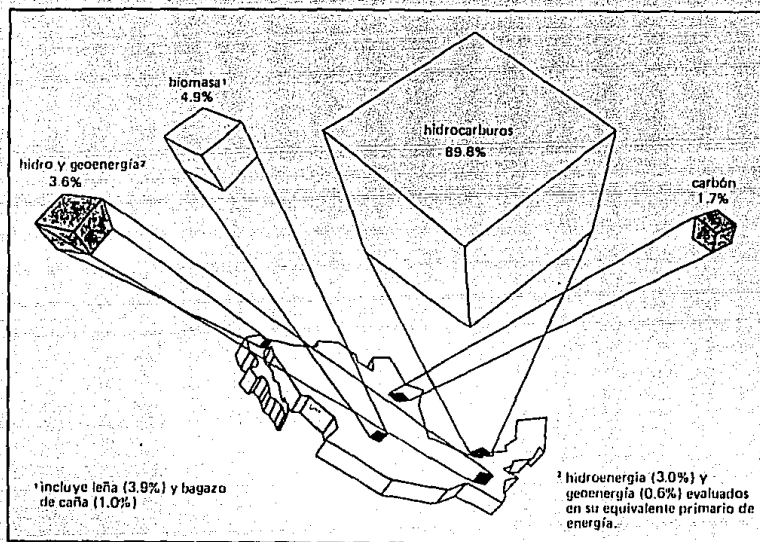
	1988		1989		variación porcentual 1989/1988
	Kcal E ¹²	%	Kcal E ¹²	%	
total	2029.368	100.0	2051.941	100.0	1.1
carbón	32.769	1.6	35.204	1.7	7.4
petróleo crudo	1406.025	69.3	1406.622	68.5	n.s.
condensados	45.982	2.3	46.752	2.3	1.7
gas asociado	332.601	16.4	337.643	16.5	1.5
gas no asociado	46.896	2.3	50.514	2.5	7.7
hidroenergía	53.642	2.6	62.285	3.0	16.1
geoenergía	12.034	0.6	12.033	0.6	n.s.
nucleoenergía	0.940	n.s.
bagazo de caña	20.777	1.0	19.567	1.0	-5.8
leña	78.642	3.9	80.381	3.9	2.2

fuente: balances nacionales de energía, 1988-1989.

Cuadro 4.1. Producción de las fuentes de energía primaria en México en unidad de calorías.

Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paralestatal. Balance Nacional de Energía 1989. México, SEMIP, 1990. Primera Edición. p.11.

lámina 1: producción total de energía, 1989 (2051.941 billones de kilocalorías)

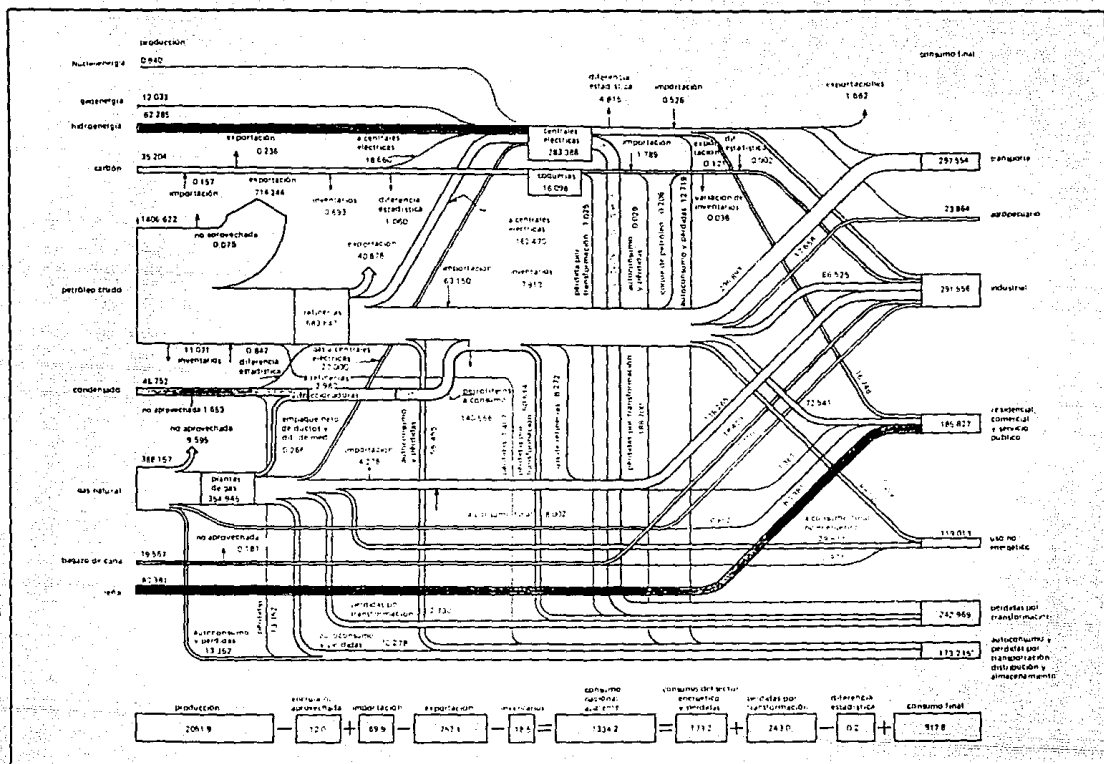


Cuadro 4.2. Producción total de energía en México durante 1989.

Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.

Balance Nacional de Energía 1989. México. SEMIP. 1990.

Primera Edición. p.11.



Cuadro 4.3. Proceso y destino final de las fuentes de energía en 1989. (Billones de Kilocalorías).
Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatales. Balance Nacional de Energía 1989. México. SEMIP. 1990. Primera Edición. p.30.

rentes procesos, y de lado derecho, su destino final a sus diversas aplicaciones.

En el cuadro 4.4 se muestra el comercio exterior de nuestros energéticos, destacando desde luego, los hidrocarburos.

Y en el cuadro 4.5, aparece en detalle las ramas industriales, el tipo de energía que consumen y el porcentaje de su consumo.

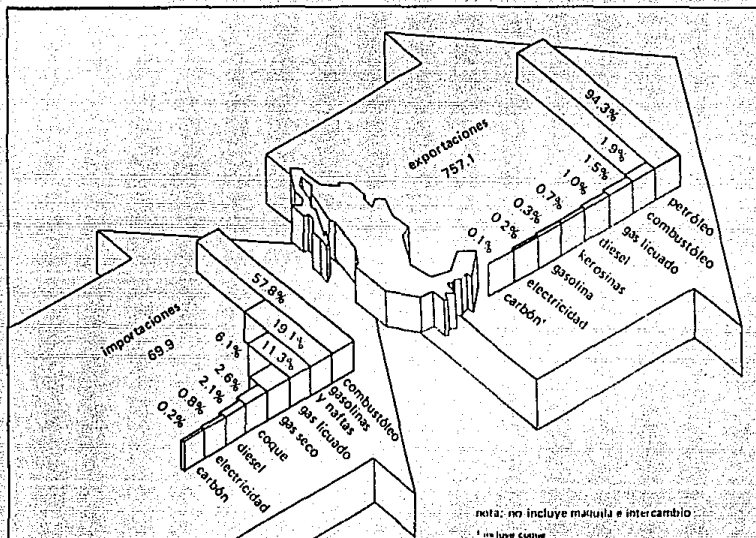
Ahora retomando la cuestión nuclear, se puede resumir que quienes apoyan la continuación del programa nucleoelectrico, tienen las siguientes razones:

- Para promover la diversificación de fuentes de energía y depender menos de los hidrocarburos.
- Para aprovechar el personal técnico que ya se ha formado en esta rama tecnológica.
- Para reducir el empleo de carbón importado en plantas carboeléctricas.
- Para proteger el medio ambiente al disminuir la combustión de hidrocarburos y carbón en la generación de electricidad.

Sin embargo, a lo largo de esta investigación, las dificultades vistas anteriormente sobre los costos de la industria nucleoelectrica, la dependencia tecnológica extranjera y la inseguridad respecto a la compra o implementación de la industria del combustible nuclear; chocan de lleno con los argumentos que acabamos de ver.

Dichas dificultades también justifican abandonar la idea de utilizar la tecnología atómica como fuente alterna de energía en un futuro próximo.

lámina 2: comercio exterior de energía, 1989 (billones de kilocalorías)



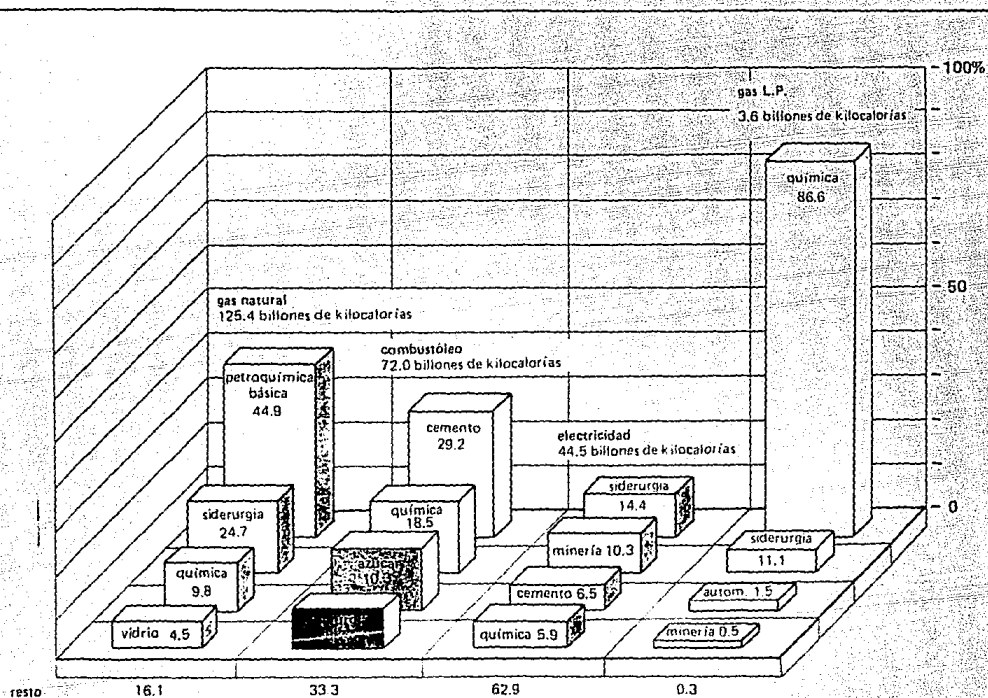
Cuadro 4.4. Comercio exterior de energía en 1989:

Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.

Balace Nacional de Energía 1989. México. SEMIP. 1990

Primera Edición. p.13.

lámina 7: principales ramas consumidoras de energéticos industriales, 1989
(participación porcentual)



Cuadro 4.5. Principales industrias que consumen los diversos tipos de energía.

Fuente: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Balance Nacional de Energía 1989, México. SEMIP. 1990. Primera Edición. p.25.

Las razones para afirmar lo anterior se enumeran a continuación:

- 1-La construcción de plantas nucleoelectricas representaria un altisimo costo para el pais;cuyos recursos tendrian una mejor canalización en la solución de otros problemas de caracter social que son más urgentes en éste momento.
 - 2-No tendria caso que el Estado apoyase otro programa nucleoelectrico,si vamos a depender de otros paises,entre otras cosas,en la obtención del combustible nuclear de una manera insegura y con condiciones politicas o economicas que nos comprometan.
 - 3-Seria un error si se llevara a cabo la explotación de recursos uraniferos en el pais en un corto plazo,ya que en realidad si representa un peligro para las poblaciones aledañas a las instalaciones mineras debido a la contaminación radiactiva de bajo nivel y a la alteración irreversible de los ecosistemas en las áreas donde existen los yacimientos de uranio. 190
- Asimismo,el pretender producir el combustible nuclear por cuenta propia,traeria consigo nuevamente las dificultades ya mencionadas.
- 4-Los esfuerzos para diversificar las fuentes de energia se deben enfocar ahora en la investigación de otros recursos renovables como la energia solar,la energia de las mareas y continuar con la hidroelectricidad mediante la construcción de presas.

Puesto que el tema de la diversificación se vuelve más común en las estrategias de las naciones para preveer una mejor adminis-

tración y ahorro de hidrocarburos, es necesario que México haga un análisis más realista y menos "modernista" de los recursos naturales con que cuenta para llevar a cabo ese proceso.

A continuación se expondrán otras alternativas que podrían ayudar a la diversificación energética como sustitución de los proyectos nucleoelectrónicos en México.

De acuerdo con un documento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de 1978, se realizó un diagnóstico sobre la energía solar y su adaptación tecnológica; el cual explica que se podría explotar en numerosas zonas rurales del país mediante colectores térmicos o celdas fotovoltaicas.

En ese estudio se dió información muy interesante acerca de la obtención de energía eléctrica y calorífica para consumo doméstico, y vale la pena citar algunos fragmentos:

"Utilizando datos proporcionados por el satélite meteorológico 'Nimbus III' y el 'ESSA 8' podemos decir que México cuenta con un rango de variación de 300 a 900 cal./cm² día.

"Al considerar áreas de alta insolación, como las del noroeste del país, podría concluirse que el solo aprovechamiento de la energía solar en esas zonas, sería suficiente para proveer al país con la energía que requeriría bajo cualquier predicción futura considerada". 191

El documento hace referencia a un proyecto de "Sistemas Ener-

191) Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Energía Solar, Sector Desarrollo y Adaptación Tecnológica; Diagnóstico. México. Unidad de Planeación y Desarrollo. 1978. p.1.

géticos Integrados" cuyo objetivo era aprovechar la energía disponible en el sitio de utilización mediante módulos construidos en el lugar, empleando materiales y fuerza de trabajo locales.

Para eso menciona que: "...cerca del 40% del territorio nacional se beneficia con más de 500 cal./cm² día, valor que garantiza excelentes resultados para futuras aplicaciones de la energía solar particularmente el noroeste de México, incluyendo la Península de Baja California, que representa el área de mayor potencial energética". 192

También se menciona algunos centros de investigación donde se está desarrollando la tecnología solar, como el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Comisión Federal de Electricidad, el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, entre otros. 193

Sin embargo ya han transcurrido más de 10 años y por razones inexplicables, la energía solar aún no figura en el Balance Nacional de Energía que ha publicado la SEMIP, donde supuestamente aparecen todas las estadísticas de las fuentes de energía en México.

Además de la energía solar, existe otra alternativa en la energía que produce el mar. Este tipo de energía que se conoce como "energía maremotriz" consiste en la construcción de un dique en una bahía, en el cual al subir la marea, se llena de agua y puede generar electricidad a través de unas turbinas como si fuera una represa.

192) Ibidem. p.2.

193) Ibidem. pp.13 a 18.

Francia es el primer país que comenzó sus investigaciones al respecto a partir de la década de los sesenta, al realizar proyectos para la construcción de una "fábrica maremotriz". 194

El problema con ésta opción es su complejidad para desarrollar un proyecto que sea realmente eficiente, ya que se requiere un alto conocimiento de ingeniería, física, astronomía, oceanografía, entre otras ramas técnicas. Aún así, México puede especializarse en el desarrollo de esa tecnología ya que posee 10,143 kilómetros aproximadamente de extensión en litorales; los cuales proporcionan un gran potencial para aprovechar la energía del mar.

Finalmente, existe la alternativa de continuar con el aprovechamiento de la hidroenergía por medio de la construcción de presas en la República, bajo la dirección de la Comisión Federal de Electricidad.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) respalda ésta opción, y ha hecho conclusiones de que la hidroenergía es la fuente energética de mayor disponibilidad en la región latinoamericana debido a su abundancia, a que su tecnología es conocida y a que existe una experiencia sobre su utilización, además de ser una fuente renovable y aceptable. 195

Las tres alternativas señaladas anteriormente muestran que aún se pueden encontrar soluciones menos costosas para proseguir con

194) Gibrart, Robert. La Energía de las Mareas. España. Editora Labor S.A. 1973. Primera Edición. p.11. —

195) Organización Latinoamericana de Energía. Conclusiones de la Reunión Técnica Regional sobre Hidroenergía. Quito, Ecuador. Febrero, 1981. pp.1 a 8.

el proceso de diversificación de fuentes energéticas en nuestro país.

La construcción de reactores a estas fechas solo representa un beneficio para los países altamente industrializados que tienen todos los recursos a su alcance; en el cual ya tienen una ventaja de "décadas" en esa área energética. Por ello es mucho más conveniente utilizar la tecnología nuclear para otras aplicaciones pacíficas igual de importantes, y no como fuente energética en México.

4.3- OTRAS APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA NUCLEAR Y LOS ACUERDOS INTERNACIONALES SUSCRITOS POR MEXICO EN ESTA AREA.

Para finalizar ésta investigación, es necesario hacer unas reflexiones sobre los beneficios que se pueden obtener de la energía atómica, no solamente cuestionando el aprovechamiento que se puede encontrar como fuente energética, sino también en las demás aplicaciones en otros campos de interés para México.

Ademas de la generación de energía eléctrica por medio de reactores, en los últimos años la actividad nuclear en México se ha centrado en otras 3 áreas importantes:

- 1- El control de materiales radiactivos en el país.
- 2- La investigación científica.
- 3- El desarrollo de técnicas nucleares para los sectores salud, industrial y agropecuario.

Brevemente se puede comentar que el control de materiales radiactivos se ha llevado a cabo para tener un registro de todos los

aparatos, sustancias, equipo y combustibles nucleares que se encuentran en el territorio nacional y verificar que su manejo tenga las suficientes normas de seguridad para evitar accidentes o que se utilicen para otros usos no permitidos como lo establece la Ley Nuclear y la SEMIP.

Sobre la investigación científica, se está realizando con muy buenos resultados, ya que se ha contado con investigadores reconocidos a nivel mundial y han colaborado en la formación de personal docente y técnico para las instituciones de enseñanza superior. 196

En cuanto al desarrollo de técnicas nucleares, se está logrando la producción de radioisótopos que tienen su campo de aplicación en la medicina, la industria y el sector agropecuario.

Como ejemplo de sus aplicaciones, se pueden mencionar las siguientes:

Industria.

- En la detección de fugas de tanques o válvulas.
- Medición del desgaste de equipos industriales.
- Esterilización de equipos quirúrgicos y materiales médicos desechables.
- Medición del espesor de placas de diversos materiales. 197

Medicina.

- En el diagnóstico y curación de tumores cancerosos.
- En el estudio de la anemia.
- La detección de problemas del corazón, hígado y tiroides.

196) Entre los investigadores mexicanos que han destacado, se encuentra el Dr. Manuel Sandoval Ayala (1899-1977). Sus estudios y labor académica y científica fueron de gran valor para el país.

197) Bulbulian, Silvia. Op.Cit. pp.108 a 114.

-En el estudio del metabolismo de las grasas y los tumores cerebrales. 198

Agricultura.

-Al estudio del metabolismo de las plantas.

-Para conocer el comportamiento de los herbicidas.

-En la medición de contaminación de alimentos por insecticidas.

-La conservación de alimentos.

-En la esterilización de plagas de insectos. 199

Lo anterior muestra que existen avances positivos que son de interés social, por ello no se debe rechazar la energía atómica en estas áreas simplemente por el hecho de asociarlo a los temas de "contaminación radiactiva" o "armas nucleares".

Para estos fines, México ha suscrito algunos acuerdos de cooperación con otros países, y se suman a los Convenios internacionales de carácter universal que tienen que ver con la energía nuclear.

A continuación se citarán algunos de los Tratados internacionales de los que México forma parte en esta materia y que ya se han mencionado en capítulos anteriores:

-Convenio Relativo a la protección de trabajadores contra radiaciones ionizantes. Ginebra, 1960.

-Tratado de Tlatelolco, para la desnuclearización de América Latina. México, 1967.

-Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (T.N.P.); aprobado por la Asamblea General de la Organización de Naciones Unidas, 1968.

198) Idem.

199) Idem.

- Tratado sobre prohibición de emplazar armas nucleares y otras armas de destrucción en masa en los fondos marinos y su subsuelo. Londres-Moscú-Washington, 1971.
- Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias. (En su forma enmendada). México-Londres-Moscú-Washington, 1972.
- Protocolo relativo a la intervención en altamar en caso de contaminación por sustancias distintas a los hidrocarburos. Londres, 1973.
- Convenio sobre la protección física de los materiales nucleares. Viena, 1979.
- Convención sobre la pronta notificación de accidentes nucleares. Viena, 1986.
- Convención sobre asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica. Viena, 1986. 200

Además de estos Acuerdos, México tiene suscritos, con el Organismo Internacional de Energía Atómica, otros Convenios sobre asistencia técnica y cooperación más específicamente en otras aplicaciones no energéticas como las que se han señalado anteriormente.

La asistencia y cooperación que otorga el OIEA a México se da a través de varias formas que a continuación veremos.

200) El listado de Acuerdos se obtuvo de fuentes ya citadas en este trabajo como las del autor Seara Vazquez Modesto, Sorensen Max, y el Registro de Tratados del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Para el caso de México y conocer los Acuerdos ratificados ya aceptados por nuestro país, se tomó en cuenta la colección Tratados Ratificados y Convenios Ejecutivos Celebrados por México. México. Senado de la República, 1976-1985. XXVI Tomos. Por lo que toca a Tratados posteriores, estos se encuentran en el Diario Oficial de la Federación; y en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Actualmente, el OIEA otorga a México asistencia y cooperación por un monto de 1 millón de dólares anuales; los cuales se perciben a través de la donación de equipo e instrumental para realizar investigaciones o llevar a cabo las diversas aplicaciones de la tecnología atómica con fines específicos.

También ese monto se percibe en el otorgamiento de becas para que estudiantes o personal técnico del ININ realice estudios en el extranjero dentro de los cursos de capacitación que convoca el OIEA.

La otra forma en que se manifiesta esa ayuda es el envío de expertos del Organismo a México para impartir conferencias, cursos o asistencia técnica en el área científica sin costo alguno.

Como ejemplo de la actual colaboración de la OIEA en estos aspectos, está el Acuerdo Regional de Cooperación para América Latina (ARCAL), el cual consiste en cursos periódicos de capacitación. Actualmente se está llevando a cabo el ARCAL V, sobre la Caracterización de Reactores de Investigación en el Mundo. ²⁰¹

Finalmente, México tiene suscritos Acuerdos bilaterales con otros países a través de sus instituciones de investigación nuclear para los mismos fines de cooperación y asistencia técnica.

Los más recientes Acuerdos bilaterales de cooperación con otros países han sido los siguientes:

*Acuerdo para un Plan de Cooperación en Ciencia y Tecnología en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear, entre el ININ y

201) Información obtenida en la Oficina de Asuntos Internacionales del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ); Salazar, Edo. México en el mes de febrero de 1991.

el Instituto de Investigaciones Nucleares de la Academia Húngara de Ciencias. Firmado el 14 de enero de 1986.

*Acuerdo que suscribe el ININ y el Centro Nuclear de Karlsruhe, de la República Federal de Alemania, para la Transferencia de Tecnología en la Construcción de una Planta de Molibdeno-99 en México. Mayo de 1986.

*Protocolo entre el ININ y especialistas soviéticos de ATONENEXPORT de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas. Firmado el 16 de diciembre de 1987.

*Memorandum de Acuerdo entre el ININ y la Atomic Energy of Canada Limited. Firmado el 21 de abril de 1988 y el 20 de junio de 1988.

Por último, durante 1990 también se firmaron Acuerdos de cooperación con Cuba en el mes de julio, y con la Japan Atomic Energy Research Institute, de Japón en el mes de agosto. Los términos de los Acuerdos buscan, mediante la realización de "microactividades", lograr los objetivos para los cuales fueron elaborados. 202

202) Idem.

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

- 1-Los avances científicos jugaron un papel determinante en la historia mundial y muchas veces no se han tomado en cuenta para analizar las causas que influyeron para que países como Estados Unidos, Francia, la Unión Soviética o la Alemania Unificada surgieran como potencias en el ámbito internacional.
- 2-El desarrollo de la era nuclear cambió el panorama internacional después de la Segunda Guerra Mundial, por la formación de bloques o alianzas de Estados que se escudaron en los nuevos armamentos nucleares. La aparición de la energía atómica fue vital para satisfacer las demandas de electricidad de sus economías en expansión, de este modo la posesión de recursos uraníferos y la capacidad de explotarlos para generar energía a través de reactores, se convirtió en una actividad estratégica dentro de sus planes de desarrollo y abrió aún más la brecha entre los países económica y tecnológicamente avanzados y los países del tercer mundo.
- 3-Los reactores nucleares han impuesto un mito de muerte y contaminación a causa de las consecuencias de las explosiones atómicas en Hiroshima y Nagasaki; y dada la complejidad de su funcionamiento, hacen poco entendible la forma en que trabajan, sus equipos, y los sistemas de seguridad con que cuentan.
- 4-La tecnología de los países avanzados ha logrado en las últimas décadas el desarrollo de varios tipos de reactores, y se

han perfeccionado sus niveles de eficacia y seguridad. La OIEA por su parte, ha seguido de cerca estos avances tomando en cuenta las investigaciones de diversos accidentes ocurridos para evitar que se repitan las fallas técnicas y humanas que los provocaron.

5-La industria del combustible nuclear es relativamente más sencilla que la industria de los hidrocarburos, pero las cantidades aprovechables del uranio hacen que sea necesario que el país interesado en la explotación de este recurso posea una gran cantidad de yacimientos y una tecnología adecuada para ese tipo de minería y procesamiento.

6-El almacenamiento de residuos radiactivos se ha convertido en un problema técnico y financiero para las naciones con mayor número de reactores, por lo que su eliminación ha incurrido en acciones que han dañado al medio marino y a las ciudades principalmente. Por ello, es necesario que la legislación internacional los obligue a resguardarlos en lugares seguros para evitar que produzcan contaminación radiactiva al hombre y al medio ambiente.

7-El programa nuclear que diseñó México, intentó obtener en un determinado momento el desarrollo de la industria del combustible nuclear así como una tecnología propia en la elaboración de componentes para lograr una mayor diversificación energética y la autosuficiencia en el campo de la energía nuclear.

8-Los esfuerzos en materia nuclear se volvieron cada vez más complejos, por lo que se tuvo que crear organismos especializa-

dos tras haber pasado más de 15 años desde que el país inició actividades en ésta área.

9-No hubo precisión en cuanto al presupuesto que se tenía que disponer para el desarrollo eficaz en la producción de uranio y la instalación de los reactores de Laguna Verde. La decisión de embarcarse demasiado pronto en un proyecto de esa naturaleza fue bastante irresponsable al no considerar las condiciones económicas de México acorde con el tiempo que se necesitaría para los programas de exploración, extracción y procesamiento del uranio y la construcción de Laguna Verde.

10-De igual forma, no hubo coordinación entre los programas que elaboró la C.F.E. y los de URAMEX, por lo que las metas ambiciosas de ambos organismos no tuvieron congruencia con la disponibilidad real de los recursos materiales, técnicos, humanos y económicos con que contaba el país.

11-Al iniciar la operación del primer reactor de la nucleoelectrónica de Laguna Verde en agosto de 1990, se dice que el costo de la energía eléctrica generada está siendo mayor de lo que en realidad debería ser, y junto con las dificultades en el resguardo de los desechos radiactivos, el problema de la dependencia tecnológica y la escasez de recursos, son aspectos que deben tomarse en cuenta para evitar decisiones precipitadas y se construya una segunda planta nucleoelectrónica en México.

12-La oposición a la energía nuclear en México es comprensible en algunos aspectos, pero los grupos que están en contra muchas veces no ven más allá de lo que sucede en Laguna Verde e igno-

ran otras cuestiones de interés nacional e internacional del porqué y para qué se emplea la energía atómica en nuestros días.

13-Si el Estado tomó la decisión hace algunos años de concluir la planta de Laguna Verde y ya se concedió la licencia para su operación, lo único que se puede esperar ahora es que funcione adecuadamente y cumpla con los objetivos de producción de electricidad con el menor costo posible.

14-En relación a la seguridad en el funcionamiento del primer reactor de la nucleoelectrica, se puede decir que con los sistemas de seguridad con que cuenta, los dispositivos de emergencia para el enfriamiento del núcleo y las características de la construcción de los 2 edificios que resguardan a cada reactor, hace que las posibilidades de que ocurra un accidente de la magnitud del que sucedió en Chernobyl sean muy remotas. En cuanto a los niveles de radiactividad que emite la planta, actualmente se está llevando un estricto control del aire y del agua en el área para que no existan anomalías en el medio ambiente. El mismo control se está realizando con el personal que labora en las instalaciones de la planta.

15-La crisis financiera en nuestro país fue determinante para abandonar la mayoría de los proyectos en materia nuclear y enfocar entonces los esfuerzos para dar solución a otros problemas que merecían una mayor prioridad en años anteriores. Los altos costos financieros de la energía nuclear constituyen una gran carga económica para las naciones en vías de desarro-

llo, y solo los países más industrializados son los que disponen los recursos necesarios para avanzar en sus programas de energía atómica.

- 16-La información que ha proporcionado el gobierno acerca de los costos de la nucleoelectrica de Laguna Verde dados en 3 mil o 4 mil millones de dólares, son bastante incongruentes si se comparan con los costos de una planta como la que se ha proyectado en Brasil, en el que a pesar de que son dos reactores de diferente tipo, sus costos se dan en billones de dólares.

Los costos de Laguna Verde seguramente fueron mucho más altos.

- 17-Es un hecho que las potencias en ésta esfera no van a ceder su tecnología para la producción de combustible nuclear, ya que constituye una fase esencial en la fabricación de armas nucleares. De igual forma, las compañías extranjeras dedicadas a la actividad atómica restringen la difusión de este tipo de tecnología hacia otros países debido principalmente a intereses económicos, políticos y de seguridad internacional.

- 18-La búsqueda en la obtención del combustible nuclear y otros suministros para concluir la unidad 1 de la planta de Laguna Verde por medio de otros países, puso en evidencia la vulnerabilidad de México en ésta área energética al depender prácticamente del exterior para generar electricidad con el uso de reactores.

Dicha vulnerabilidad se manifiesta más claramente en el suministro del combustible, ya que aún cumpliendo con los requisitos, normas y formalidades internacionales en este rubro, la decisión final para que los reactores hagan su aportación de electrici-

dad, será de aquellos países que concedan su beneplácito para abastecernos del uranio enriquecido.

19-Ante tal perspectiva, los responsables de la adquisición de los reactores de Laguna Verde debieron haber previsto que su funcionamiento con uranio enriquecido traería consigo una mayor dependencia del exterior para la obtención del combustible nuclear, tal como sucedió años más tarde en 1976 con Canadá y en 1978 con Estados Unidos al negarse a facilitar éste energético. En comparación con la industria del combustible a base de uranio natural y la del uranio enriquecido, encontramos que se eligió el tipo de reactor equivocado tanto para la incipiente industria con que se contaba, como para los recursos técnicos, financieros y uraníferos con que podía disponer nuestro país; cuando en el ININ actualmente ha estado realizando experimentos para la fabricación de combustibles de uranio natural para reactores tipo CANDU.

20-México tiene que buscar otros mecanismos de negociación además del Organismo Internacional de Energía Atómica para lograr un mejor acceso a la investigación tecnológica, la capacitación de personal y a los suministros de la nucleoelectrónica de Laguna Verde; como se ha hecho últimamente mediante acuerdos con otras naciones para mejorar la cooperación en este campo.

21-El desarrollo nuclear de México ha sido de una forma correcta con apego a lo que han establecido los Acuerdos y Organismos internacionales relacionados con ésta área.

A comparación de Brasil, nuestro avance se ha logrado sin la

intervención de intereses económicos y políticos de compañías extranjeras.

A comparación de Argentina, dicho avance se obtuvo sin llegar a tener un régimen militar que diera una aplicación bécica y absurda a la tecnología nuclear, frente a las necesidades sociales que requieren recursos económicos para aminorar sus problemas.

22-Las perspectivas de la energía nuclear en México están expuestas en los Programas que ha elaborado el Estado para el sector energético en general, los cuales pretenden continuar los proyectos nucleoelectrónicos bajo la justificación de aprovechar el personal técnico formado, la sustitución del consumo de carbón importado, combustóleo, entre otros; pero no toman en cuenta los costos financieros requeridos y la dependencia extranjera como se ha visto a lo largo de este trabajo.

23-La utilización de la energía atómica para la generación de electricidad mediante la construcción de reactores a estas fechas solo representa un beneficio para los países industrializados que tienen todos los recursos a su alcance.

24-En el proceso de diversificación energética en México, el potencial de recursos renovables para generar energía como la solar, no se está desarrollando como debería ser, sobre todo al aproximarse la entrada del Siglo XXI. Es necesario impulsar las actividades para el aprovechamiento del potencial energético con que cuenta la República.

25-Los recursos energéticos no renovables como el petróleo y el

uranio se vuelven cada vez más en recursos estratégicos para la industria de los países altamente desarrollados, quienes ahora están buscando que el suministro de hidrocarburos les sea asegurado por las naciones que los poseen; es decir, por las naciones en vías de desarrollo.

26-La presencia de los países más industrializados, principalmente los Estados Unidos, a lo largo del conflicto del Golfo Pérsico, nos dá una clara idea de que lo que buscan es extender su hegemonía en los territorios que poseen bastas reservas de hidrocarburos. Por ello México debe poner toda su atención en la cuestión de cómo está aprovechando su producción petrolera, y no incluirlo en tratados que nos comprometan como el que pretende Estados Unidos a través del Tratado de Libre Comercio entre ese país, México y Canadá.

27-En México además del petróleo, las riquezas naturales también abundan en los mares, la plataforma continental y las islas que rodean la República; lo que nos permite -como señala el autor Modesto Seara Vázquez- "sostener una política exterior dinámica y con posibilidades de independencia, incluso frente a las presiones del vecino del norte. Que se hayan aprovechado o no debidamente esas posibilidades es otra cuestión diferente y tiene que ver con el sistema económico y político". *

28-El Estado mexicano debe tener reservada la actividad nuclear en todos sus aspectos y por ningún motivo deberá otorgar concesiones

* Seara Vázquez, Modesto. Política Exterior de México... p.10.

a particulares ni a empresas extranjeras con el pretexto de "progresar rápidamente" o alcanzar una mayor "modernización", principalmente en el sector energético. Esas restricciones también se deben extender a las demás actividades estratégicas nacionales señaladas en los Artículos 27 y 28 de la Constitución.

Respecto a las propuestas de modernidad que plantea el actual gobierno, el Estado debe ser más realista que "modernista" en cuanto a las verdaderas y más urgentes necesidades del pueblo de México, al hacer un balance de las prioridades y los recursos con que cuenta para llevar a cabo el desarrollo nacional.

29-Finalmente, el potencial de recursos uraníferos en nuestro país es un recurso estratégico de primer orden que el Estado debe preservar, y las demás actividades en torno a la energía nuclear -- como las salvaguardias, la investigación científica y el desarrollo de técnicas nucleares que benefician a los diferentes sectores de la sociedad, tienen que continuar con su trayectoria para que contribuyan de ésta forma al avance económico y social de México.

ANEXOS

ORGANIZACIONES A NIVEL INTERNACIONAL RELACIONADOS CON LA
ENERGIA ATOMICA.

ORGANIZACIONES A NIVEL INTERNACIONAL RELACIONADOS CON LA ENERGIA ATOMICA.

ORGANISMOS REGIONALES.

Estos organismos tienen capacidad jurídica como sujetos de Derecho internacional y pueden contraer derechos e imponer obligaciones a los países miembros. También promueven políticas reglamentarias para la protección de la salud, la seguridad y lograr una cooperación entre los gobiernos para el óptimo desarrollo y uso pacífico de la energía nuclear.

- Agencia para la Energía Nuclear (A.E.N.), dependiente de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (O.C.D.E.) y formada en 1972.
- Comunidad Europea de Energía Atómica (EURATOM), que depende de la Comunidad Económica Europea (C.C.E.), formada en 1957.
- Comisión Interamericana de Energía Nuclear (C.I.E.N.) creada en 1948, dependiente de la Organización de Estados Americanos.
- Organización Latinoamericana de Energía (O.L.A.D.E.), dependiente de la Organización de Estados Americanos.
- Instituto Central de Investigaciones Nucleares, formado a partir del Convenio de 1956 entre países socialistas.

ORGANISMOS DE CARACTER NACIONAL.

Casi todos los países que se interesan en este campo tienen sus propias instituciones, el cual poseen cierta autoridad dentro de su Estado y a su vez lo representan a nivel internacional. Los más importantes son:

- Nuclear Regulatory Commission (N.R.C.). Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos. Creada en 1975 derivada de una modificación a la Ley de Reorganización de Energía de ese país.
- Energy Research and Development Agency (E.R.D.A.). Agencia de Investigación y Desarrollo de la Energía de Estados Unidos. Creada también en 1975 y su función es promover la energía atómica.
- Atomic Energy Authority (U.K.A.E.A.). Organismo de la Gran Bretaña.
- Comisariado de Energía Atómica. En Francia.
- Junta Nuclear Española (J.E.N.). En España.

ORGANISMOS DE CARACTER PRIVADO.

Los organismos de carácter privado solo pueden influir para obtener logros en el desarrollo pacífico de la energía atómica, la seguridad de la población y coadyuvar en la legislación internacional en ésta área. Los más importantes son:

- El Forum Atómico (Industrial Atomic Forum). Organismo formado primeramente en los Estados Unidos en 1953 y después en varios países de Europa. Los Forums son asociaciones privadas no lucrativas que agrupan los intereses industriales, intelectuales, científicos, económicos y sociales relacionados con la energía atómica.

ca. Están integrados por personas físicas, empresas, instituciones así como otras organizaciones.

-Forum Atómico Europeo (FORATOM). Es una agrupación que se dió en 1960 de los Forums de países europeos.

-Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones Ionizantes. Es un grupo científico independiente formado en 1950.

-Asociación Internacional de Derecho Nuclear (A.I.D.N.). Se formó en Bruselas, Bélgica en 1970 para promover en el ámbito internacional el estudio y el conocimiento de los problemas jurídicos relativos a las actividades nucleares pacíficas, así como la protección del hombre y del medio ambiente.

-Y las organizaciones ecologistas como la agrupación internacional Green-Peace.

- FUENTES:
- Tocino Biscarolasaga, Isabel. Op.Cit. pp.68 a 83.
 - Seara Vázquez, Modesto. Derecho Internacional Público. Op.Cit. p.175.
 - K.S. Shrader-Frechette. Op.Cit. pp.26 y 27.

LOS NIVELES DE RADIACION Y SUS EFECTOS EN EL SER HUMANO.

LOS NIVELES DE RADIACION Y SUS EFECTOS EN EL SER HUMANO.

A continuación se citarán algunos fragmentos de dos trabajos sobre las radiaciones ionizantes que producen los átomos, donde hacen referencia a las cantidades que pueden afectar al hombre. El primero fue elaborado por un instituto canadiense, y el segundo por un especialista mexicano en ciencias químico-biológicas.

*** I ***

"Un rem de radiación produce un efecto biológico constante, independientemente del tipo de radiación. Unidades más pequeñas que, miden niveles más bajos de radiación se expresan en milirem (mrem). Un milirem es la milésima parte de un rem. *

"La radiación que nos rodea contribuye aproximadamente con la mitad de nuestra dosis anual, alrededor de 80 mrem por año, dependiendo de dónde y cómo vivamos. Esta radiación proviene de la tierra, del espacio y de los constituyentes radiactivos naturales de nuestros cuerpos. Por ejemplo, los rayos cósmicos que se originan en el espacio exterior proporcionan alrededor de 30 mrem por año, pero debido a que la atmósfera de la tierra absorbe radiación y nos protege, ésta dosis puede variar, según vivamos al nivel del mar o en las montañas.

"La radiación natural de la tierra y en las rocas nos da una dosis promedio de 60 rem por año, y nuestra vivienda, que utiliza ésta tierra en los materiales de construcción, añade cantidades apreciables de radiación. Por ejemplo, el habitar en una casa de ladrillo o de piedra nos expone a 7 mrems más por año que si habitáramos en una casa de madera. Todos los edificios de granito emiten

* REM significa: Roentgen Equivalent Man. Unidad de efectos biológicos producidos por la radiación ionizante en la materia.

radiaciones.... El gas radón que surge del radio natural contenido en los materiales de construcción, también está presente en las casas y oficinas y emite más radiación. Aún el dormir junto a otra persona puede aumentar nuestra dosis anual de radiación, ya que cada cuerpo contiene potasio radiactivo. Este potasio radiactivo, que existe junto con el potasio normal que es esencial a la vida, también nos proporciona una dosis de radiación interna.

"La radiactividad natural también se introduce en el cuerpo y estas radiaciones internas llegan a la mayoría de los tejidos corporales, en una cantidad aproximada de 18 mrem por año. Tanto el alimento como el agua y el aire contienen niveles bajos de radiactividad natural y esto ha sido así desde el comienzo del mundo.

"Otras dosis de radiación provienen de fuentes artificiales. Un estudio torácico con rayos X puede variar de 10 a 40 mrem y uno bucal completo puede proporcionar la misma cantidad según sea la técnica y el equipo utilizados. El uso de un reloj con carátula luminosa puede añadir otros 3 mrem anuales y ver diariamente la televisión a color puede añadir 0.4 mrem por año. El vivir cerca de una planta nuclear añade menos de 5 mrem de radiación. Esta cantidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia a la planta.

"Una radiación intensa superior a 1'000,000 mrem, recibida en todo el cuerpo durante un período breve de tiempo, destruiría tantas células, que ese cuerpo no podría reemplazarlas. El resultado inmediato sería la muerte. Dosis menores de radiación, que no son letales de inmediato, pueden producir un cáncer que solo podría ser

observado mucho tiempo después de la exposición a la radiación. Los japoneses sobrevivientes a la bomba, los pintores de carátulas de radio, los pacientes de radio terapia y algunos de los primeros mineros del uranio mostraron algunos de estos efectos tardíos.

"Para dosis bajas de radiación ionizante, los efectos biológicos tardíos son tan pequeños que no pueden ser detectados con certeza. Sin embargo, muchos científicos suponen que el riesgo de cáncer en personas expuestas a la radiación ionizante es directamente proporcional a la dosis recibida, aún a niveles bajos. De acuerdo con ésta teoría lineal sobre los efectos de la radiación, si la dosis se corta a la mitad también el riesgo se corta a la mitad".

"Radiación Ambiental	80	mrem/año"
"Diagnóstico Medico	77	"
"Precipitación Radiactiva por Prueba de Armas Nucleares	4	"
"Productos Comerciales (Televisión a color, detectores de humo, relojes, tabaco)	1	"
"Vuelos Aereos	4	"
"Plantas Nucleares	5	" *

* Valor de diseño para el individuo más expuesto en la frontera de la planta nuclear. En la práctica la cantidad es menor.

"La lista siguiente proporciona la gama de niveles de radiación para varios eventos importantes. Estas cifras se aplican para dosis a cuerpo entero.

*"1 000 000 mrem si son recibidos en una sola exposición causaría un padecimiento inmediato y la muerte dentro de pocas semanas.

*"100 000 mrem si son recibidos en una sola exposición podrían causar padecimientos tales como náusea, pero no muerte inmediata; muchos años después podría aparecer cáncer en 1 de cada 100 personas expuestas a estas dosis.

*"10 000 mrem si son recibidos en una sola exposición no causarían un padecimiento inmediato; podrían causar cáncer muchos años después en 1 de cada 1000 personas expuestas a estas dosis.

*"80 mrem es la radiación normal recibida de fuentes naturales cada año a nivel del mar; ésta es la dosis mínima recibida por todos los seres humanos en la Tierra; las probabilidades de cáncer son de 1 en 100 000 habitantes.

*"5 mrem, ésta cantidad, una fracción de la radiación natural, es la meta de diseño para la radiación máxima anual en el perímetro de una central nuclear. De hecho la dosis es menor".

Fuente: Johnson Harry y Tutiah Marvis. "La Radiación es Parte de Nuestra Vida". Series de Información Nuclear. Edición de la Whiteshell Nuclear Research Establishment y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Canadá-México.

I.N.I.N. Mayo de 1985. pp.14,15,16,18 y 26.

*** II ***

"Los efectos tardíos de la radioexposición a dosis subletales son, por ejemplo, el acortamiento de la vida media, el envejecimiento prematuro y la probabilidad de que se produzca cáncer, existiendo además, la factibilidad de que el daño trascienda a la descendencia del organismo irradiado al lesionar su información genética.

"Tomando en cuenta la dificultad técnica que implica el estudio de la estimación del riesgo por exposición a dosis bajas de radiaciones en la población humana, la poca utilidad práctica de un índice general de riesgo y el que las células constituyen el blanco de la agresión y el foco de respuesta a dicha agresión, se puede considerar a poblaciones celulares animales un modelo apropiado para el estudio del daño, reparación y mutación por radiaciones o agentes químicos, especialmente si se enfoca el estudio de poblaciones celulares en el organismo íntegro, lo que permitirá, además, en el futuro, desarrollar una metodología para estimar el riesgo individual en muestras celulares humanas.

"En la actualidad no hay indicadores lo suficientemente adecuados en términos de sensibilidad, especificidad y reproducibilidad que permitan descubrir un daño genético a dosis bajas continuas, que es la forma en que las poblaciones humanas se exponen a las radiaciones y agentes químicos en nuestro medio ambiente, por lo que resulta de especial interés el desarrollo

de pruebas que permitan registrar dicho efecto o, cuando menos, descartar la posibilidad de un riesgo real a dichas dosis.

"El manejo de radiaciones implica un riesgo para la salud, sobre la cual pueden ejercer diversos efectos, desde leves hasta fatales, si la exposición es excesiva y prolongada, ya haya sido ocasionadas por accidentes o por medidas de seguridad inapropiadas o no aplicadas, hacen que el hombre reciba cantidades de radiación que exceden los límites permitidos.

"Actualmente se necesita obtener un mejor conocimiento del efecto de radiaciones a bajas dosis continuas y de diversos agentes sobre la inducción de daños, reparación y efectos mutagénicos en células de tejidos de animales experimentales vivos e íntegros, particularmente en lo que respecta al aumento en la probabilidad de provocar inducción de tumores malignos, estudios que se están llevando a cabo en diversas instituciones en todo el mundo, incluyendo al ININ en México".

FUENTES DIVERSAS DE RADIACION PARA
EL HOMBRE.*

FUENTE	mrem/año. ¹
Atmósfera (rayos cósmicos)	45
Suelo	15
Agua, alimentos, aire	25
Televisión	10
Viajes aéreos (ida y vuelta de Londres a Nueva York)	4
Vecindad a una planta nuclear	1

continua.

FUENTE	mrem/año. ¹
Diagnóstico por rayos X	20
Vivienda con paredes de ladrillo	50-100
Vivienda con paredes de concreto	70-100
Vivienda con paredes de madera	30-50

* Cifras de varias fuentes, aceptadas internacionalmente.

¹ Expresión de la dosis de radiación recibida por una persona en un tiempo dado.

Fuente: Dr. Morales Ramirez, Pedro. "Efectos Genéticos de las Radiaciones". Serie Divulgación Técnico-Científica.
 Publicación del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. México. I.N.I.N. 1982. Primera Edición.
 pp. 11, 19, 22, 23 y 24.

LISTA DE ALGUNOS DE LOS YACIMIENTOS DE URANIO EXISTENTES
EN MEXICO.

LISTA DE ALGUNOS DE LOS YACIMIENTOS DE URANIO EXISTENTES EN
MEXICO.

Los principales yacimientos de uranio en la República mexicana se han clasificado por Estados. La siguiente clasificación fue elaborada con datos de 1981.

Chihuahua.

Nopal.

Domitila.

Margaritas, Puerto III.

Sonora.

Los Amoles.

Noche Buena.

Luz del Cobre.

Durango.

La Preciosa.

Mezquite.

Nuevo León.

La Coma.

Buenvista.

Chapote.

continua.

Baja California.

San Juan de la Costa.

Santo Domingo.

Fuente: Castañeda, Miguel. Op.Cit. Tabla A.20.

OTROS DATOS SOBRE LOS YACIMIENTOS DE URANIO EN MEXICO TOMADOS
EN LA DECADA DE LOS SETENTA.

TABLA A.7

RECURSOS NACIONALES DE MINERALES DE URANIO IN SITU*
(Al 1° de enero de 1977)¹³

YACIMIENTO	TONELADAS DE MINERAL	LEY MEDIA % U ₃ O ₈	CONTENIDO U ₃ O ₈	ESPECIE MINERALOGICA DE URANIO	MATRIZ
LOS AMOLES	1 000 000	0.048	473	PECH. HOLLINOSA	CUARCITA METAHOR.
NOCHEBUENA	140 600	0.064	90	PECH. UROFANO	PORFIDO GRANITICO
ALCAPARROSA	5 244	0.459	24	PECH. AUTUNITA	GRANITOS
LUZ DEL COBRE	465 000	0.044	204	TORBENITA	ARENISCAS, CUARCITA
EL DURAZNO	25 000	0.100	25	CARNOTITA, AUTU.	GRANITO
LAS HESTERAS	50 000	0.030	15		CUARCITAS
SAN JOSE NACO	40 050	0.117	46	CARN. AUTUNITA	GRANITO
GRANADITAS	3 100	0.092	3	URANINITA, AUTU.	DACITA
PICACHO	35 300	0.080	28	CARNOT. Y PECH.	
TOTAL SONORA	1 765 000	0.051	908		

Continuación Tabla A.7

YACIMIENTO	TONELADAS DE MINERAL	LEY MEDIA % U ₃ O ₈	CONTENIDO U ₃ O ₈	ESPECIE MINERALOGICA DE URANIO	MATRIZ
LA PRECIOSA	335 000	0.0627	210	TIUYA, CARNOT. Y PECH.	ADESITA, LUTITAS, DAC.
EL MEZQUITE	145 000	0.0620	90	URANOFANO Y AUTU.	RIOLITA
SOMBRERETILLO	10 000	0.040	4	CARNOTITA	RIOLITA
LA MERCED	15 000	0.050	22	AUTUNITA, CARN. Y TIUYA	CALIZA
SANTIAGO PAPASQUIARO	2 000	0.100	2	AUTUNITA Y CARN.	ARENISCOS
SAN LUIS DEL CORDERO	10 000	0.060	6	CARNOTITA	CALIZA
TOTAL DURANGO	517 000	0.064	334		
LA COMA	489 000	0.204	997	URANINITA	ARENISCAS
SALINAS	58 000	0.034	20	AUTUNITA	CUARZO, CALCITA, YESO
BUENA VISTA II Y III	549 000	0.194	1 065		CALCAREA Y GRANITO
CHAPOTE	252 000	0.140	352		
TOTAL NUEVO LEON	1 348 000	0.1759	2 434		

Continuación Tabla A.7

YACIMIENTO	TONELADAS DE MINERAL	LEY MEDIA % U ₃ O ₈	CONTENIDO U ₃ O ₈	ESPECIE MINERALOGICA DE URANIO	MATRIZ
MARGARITAS	392 393	0.231	907	METAUROFANO, WEEKSITA	RIOLITA
PUERTO III	281 393	0.373	1 051	URANOFANO	
NOPAL I	118 814	0.303	361	URANINITA, WEEKSITA	RIOLITA *
NOPAL III Y OTROS	90 000	0.239	215		
TOTAL CHIHUAHUA	882 600	0.287	2 534		

*De acuerdo con la información siguiente:

Instituto Nacional de Energía Nuclear, Programa de Exploración y Explotación Minera, Agosto 31, 1972.
Informe Dirección General INEN, Marzo 1975.

Estudio Económico de los Ciclos de Combustible Nuclear, UNAM, Mayo 1975.

Uranium Ore Resources and Demand, Organization for Economic Cooperation and Development, OIEA,
Enero 1977.

Fuente: Castañeda, Miguel. Op.Cit. Tabla A.7.

ACUERDOS FIRMADOS POR MEXICO CON EL ORGANISMO
INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA EN LOS AÑOS
SESENTA.

ACUERDOS FIRMADOS POR MEXICO CON EL
ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

TIPO DE ACUERDO	NUMERO	CARACTERISTICAS DEL ACUERDO
Fondo especial con el PNUD	339	Plan de operación para un Fondo Especial de Naciones Unidas, proyectado para América Latina. 29 julio 1965.
	600	Plan de Operación para un Fondo Especial de Naciones Unidas, proyectado para América Latina; agregado # 1. 31 julio 1968.
Asistencia Técnica NUJTAB	167	Convenio de asistencia técnica con México. 23 julio 1963.
Asistencia Técnica	113	Asistencia Técnica para México (intercambio de notas), 1º agosto 1962.
	618	Asistencia Técnica para México. 6 noviembre 1968.
	632	Asistencia Técnica para México. 21 febrero 1969.
	643	Asistencia Técnica para México. 26 marzo 1969.
	653	Asistencia Técnica para México. 28 abril 1968.
Laboratorio Móvil de Radioisótopos	37	Uso del Laboratorio Móvil de Radioisótopos en México. 13 abril 1960.
Asistencia Proyectada	202	Asistencia a México en el establecimiento de un reactor de investigación ¹ . 18 diciembre 1963.
	409	Asistencia a México en el establecimiento de un conjunto subcrítico (conexo). 20 junio 1966.
	592	Asistencia a México en el establecimiento de un conjunto subcrítico. 23 agosto 1967.
	1067	Asistencia a México en establecer instalaciones nucleares ² . 12 febrero 1974.
Contratos de suministro	203	Transferencia a México de uranio enriquecido para un reactor de investigación (Contrato) ³ . 18 diciembre 1963.

¹ La aplicación de salvaguardias del OIEA fueron suspendidas en virtud de que México concluyó el acuerdo en conexión con el TNP/

² Ver número 1089

³ Ver número 202 y 203

	408	Contrato de arrendamiento para México de recursos materiales del conjunto sub crítico. 20 junio 1966.
	521	Contrato de arrendamiento para México de recursos materiales para las instalaciones del subcrítico. 23 agosto 1967.
	954	Contrato de transferencia de uranio enriquecido para un reactor de investigación en México ⁴ . 4 octubre 1972.
	1066	Suministro de servicios de uranio enriquecido para México ⁵ . 12 febrero 1974.
	1089	Suministro de servicios de uranio enriquecido para México ⁶ . 14 de junio 1974.
Salvaguardias.		
a) Bilateral	604	Aplicación de salvaguardias bajo el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina ⁷ . 6 septiembre 1968.
b) Transferencia		
c) Tripartito		
d) TNP		
e) Suspensión.	1038	Aplicación de salvaguardias en relación con el Tratado de no Proliferación de Armas Nucleares y el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina ⁸ . 14 septiembre 1973
Investigación	357	Estudio preliminar sobre una planta nuclear y una planta desaladora. 7 octubre 1965.
Transferencia o Suministro de Equipo.	518	Acuerdo para la transferencia a México de equipo de radio diagnóstico. 18 agosto 1967.
	855	Transferencia de un reactor de entrenamiento y uranio enriquecido hacia México. 21 diciembre 1971.
Material nuclear. (Principal).	963	Acuerdo Principal para el fomento de proyectos para el suministro de materiales a México. 12 diciembre 1972.
	964	Suplemento número 1 al acuerdo maestro para el fomento de proyectos para el suministro de materiales a México (con anexo) 12 de diciembre 1972.
Conferencias, Simposios y Seminarios.	76	Conferencia en el uso de radioisótopos en biología animal y ciencias médicas - Cd. de México, 21 noviembre-1º diciembre 1961, (intercambio de notas) 26 de octubre 1961.

⁴ Ver números 202 y 203

⁵ Ver número 1089.

⁶ Ver número 1066 y 1067

⁷ Ver número 1038.

⁸ Ver número 604 y 855.

- 934 Acuerdo de Organización de la Décima -
Sexta Sesión de la Conferencia General
del OIEA, Cd. de México. 26 septiembre-
3 octubre 1972. (Intercambio de Notas).
3 de agosto 1972.
- 1032 Seminario Regional sobre el Uso de Téc-
nicas Isotópicas en Recursos de Agua, -
Planeación y Desarrollo, Cd. de México,
12-13 noviembre 1972- 31 junio 1973
- 1187 Acuerdo Principal para un Simposio In-
ternacional sobre la explotación de ura-
nio o de depósitos de este mineral, Cd.
de México, 29 marzo a 2 abril 1976. (In-
tercambio de Notas) 23 de septiembre de
1975.
- Curso de Entrenamiento 410 Curso Regional de Entrenamiento en el -
Uso de Radioisótopos en la Industria,
Cd. de México, 7 noviembre-3 diciembre
1966.
20 de junio 1966.
-

* Información obtenida en la Oficina de Asuntos Internu-
cionales del Instituto Nacional de Investigaciones Nu-
cleares (ININ); Sálazar, Edo. de México en el mes de
febrero de 1991.

ACUERDOS VIGENTES HASTA EL 7 DE FEBRERO DE 1989, ENTRE
EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES Y
OTRAS INSTITUCIONES DE CARACTER NUCLEAR.

ACUERDOS VIGENTES HASTA EL 7 DE FEBRERO DE 1989, ENTRE EL I.N.I.N.
Y OTRAS INSTITUCIONES DE CARACTER NUCLEAR.

Protocolo suscrito entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Junta de Energía Nuclear de España sobre Reactores de Investigación.
Firmado el 25 de marzo de 1979.
E.V. 25 de marzo de 1979.

Protocolo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Junta de Energía Nuclear de España sobre Formación de Recursos Humanos.
Firmado el 25 de marzo de 1980.
E.V. 25 de marzo de 1980.

Protocolo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Junta de Energía Nuclear de España sobre Protección Radiológica.
Firmado el 25 de marzo de 1980.
E.V. 25 de marzo de 1980.

Protocolo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Junta de Energía Nuclear de España sobre Aplicaciones en Radioisótopos.
Firmado el 25 de marzo de 1980.
E.V. 25 de marzo de 1980.

Protocolo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Junta de Energía Nuclear de España sobre Combustibles Nucleares.
Firmado el 25 de marzo de 1980.
E.V. 25 de marzo de 1980.

Protocolo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Junta de Energía Nuclear de España sobre la Recuperación del Uranio del Ácido Fosfórico resultante de la Roca Fosfórica.
Firmado el 25 de marzo de 1980.
E.V. 25 de marzo de 1980.

Acuerdo complementario de cooperación para usos pacíficos de la Energía Nuclear entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno del Reino de España (18 de noviembre de 1978).

Protocolo de Cooperación sobre la Energía Nuclear entre los Estados Unidos Mexicanos y la República Francesa.

Firmado el 2 de marzo de 1979.

E.V. 2 de marzo de 1979.

Acuerdo de Cooperación Científica y Técnica entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y el Commissariat a L'Energie Atomique.

Firmado el 2 de abril de 1980.

E.V. 2 de abril de 1980.

Acuerdo Especial de Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre el ININ y el Centro Nuclear de Karlsruhe, de la República Federal de Alemania (versión española y alemana).

Firmada el 4 de diciembre de 1981.

Memorándum de Entendimiento para el Intercambio de Información Técnica y Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre el ININ y el Laboratorio Nacional de Los Alamos de los E.U.A. (versión española e inglesa).

Firmado el 25 de marzo de 1982, renovado el 14 de julio de 1987 por un período de cinco años.

Acuerdo para un Plan de Cooperación en Ciencia y Tecnología en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear, entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y el Instituto de Investigaciones Nucleares de la Academia Húngara de Ciencias.

Firmado el 14 de enero de 1986.

Acuerdo de Cooperación entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) de los Estados Unidos Mexicanos y el Laboratorio de Física Corpuscular de la Universidad de Clermont Ferrand II de la República de Francia.

Memorándum de Acuerdo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y la Atomic Energy of Canada Limited.

Firmado el 21 de abril de 1988 y el 20 de junio de 1988.

Protocolo entre el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares de México y especialistas soviéticos de ATOMENERGOEXPORT, de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

Firmado el 16 de diciembre de 1987.

Acuerdo que suscribe el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y el Centro Nuclear de Karlsruhe, de la República Federal de Alemania, para la Transferencia de Tecnología en la Construcción de una Planta de Molibdeno-99 en México. Mayo de 1986.

* Información obtenida en la Oficina de Asuntos Internacionales del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ); Sálazar, Edo. de México en el mes de febrero de 1991.

BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFIA.

- AJURIA GARZA, SERGIO. PROYECTOS MINERO-METALURGICOS PARA LA PRODUCCION DE CONCENTRADOS DE URANIO. MEXICO. COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS. 1983. SEGUNDA EDICION. TOMO I.
- BRAUNS-CHUDOBA. MINEROLOGIA ESPECIAL. MEXICO. EDITORIAL UTHEA. 1966. PRIMERA EDICION. NO. 39/39A.
- BULBULIAN, SILVIA. LA RADIATIVIDAD. MEXICO. EDITORIAL FONDO DE CULTURA ECONOMICA S.E.P. 1987. PRIMERA EDICION.
- CAMILLE, ROUGERON. APLICACIONES INDUSTRIALES Y MILITARES DE LA EXPLOSION TERNONUCLEAR. ESPAÑA. EDITORA NACIONAL. 1956. PRIMERA EDICION.
- CASTAÑEDA, MIGUEL. LA PRODUCCION DE URANIO EN MEXICO. MEXICO. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1986. PRIMERA EDICION.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. DEL FUEGO A LA ENERGIA NUCLEAR. MEXICO. EDITORA CRONOGRAFICA S.A. DE C.V. 1988. TERCERA EDICION.
- GIBRART, ROBERT. LA ENERGIA DE LAS MAREAS. ESPAÑA. EDITORA LA LABOR S.A. 1973. PRIMERA EDICION.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. REALIDADES EN TORNO A LA ENERGIA. MEXICO. I.N.I.N. 1984.
- JOHNSON HARRY-TUTIAH MARVIS. LA RADIACION ES PARTE DE NUESTRA VIDA. CANADA/MEXICO. WHITESHELL NUCLEAR REARCH ESTABLISHMENT- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. 1985.

- K.S.SHRADER-FRECHETTE. ENERGIA NUCLEAR Y BIENESTAR PUBLICO. ESPAÑA. ALIANZA EDITORIAL S.A. 1983. PRIMERA EDICION.
- MORALES RAMIREZ, PEDRO. EFFECTOS GENETICOS DE LAS RADIACIONES. MEXICO. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. 1982. PRIMERA EDICION.
- ROJAS, JOSE ANTONIO. DESARROLLO NUCLEAR DE MEXICO. MEXICO. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1989. PRIMERA EDICION.
- SEARA VAZQUEZ, MODESTO. DERECHO INTERNACIONAL PUBLICO. MEXICO. EDITORIAL PORRUA S.A. 1988. DUODECIMA EDICION.
- SEARA VAZQUEZ, MODESTO. POLITICA EXTERIOR DE MEXICO. MEXICO. EDITORIAL HARLA S.A. 1985. TERCERA EDICION.
- SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO. DEUDA EXTERNA PUBLICA MEXICANA. MEXICO. FONDO DE CULTURA ECONOMICA/S.H.C.P. 1988. PRIMERA EDICION.
- SINDICATO UNICO DE TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR. HECHOS EN EL SUTIN. CRONOLOGIA DE 25 AÑOS 1964-1989. MEXICO. COMITE EJECUTIVO NACIONAL. 1990. PRIMERA EDICION.
- SORENSEN, MAX. MANUAL DE DERECHO INTERNACIONAL PUBLICO. MEXICO. EDITORIAL FONDO DE CULTURA ECONOMICA. 1985. TERCERA EDICION.
- TOCINO BISCAROLASAGA, ISABEL. ASPECTOS LEGALES DEL RIESGO Y DAÑO NUCLEAR DE LAS CENTRALES NUCLEARES. ESPAÑA. EDITORIAL J.E.N. 1975.
- URANIO MEXICANO. PRESENCIA DE URANEX EN EL DESARROLLO DE MEXICO. MEXICO. URAMEX. 1980. PRIMERA EDICION.

REVISTAS.

- DALMAU COSTA, ALONSO. "LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y EL CICLO DE COMBUSTIBLE". 1 SERIE DOCUMENTOS. REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. MEXICO. I.N.I.N. ABRIL 1979. NO.1.
- FORTES, MAURICIO. "EL ORIGEN DE LA ENERGIA". INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGIA. REVISTA DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. MEXICO. CONACYT. VOL.5. JULIO 1983. NO.82.
- HERNANDEZ, SALVADOR. "LOS FUNERALES DEL ATOMO". MUY INTERESANTE. REVISTA MENSUAL. MEXICO. DIR. HOYOS S. PILAR. OCTUBRE 1990. NO.10.
- JAPAN ATOMIC INDUSTRIAL FORUM INC. ATOMS IN JAPAN. JAPON. MARZO 1986. VOL.30. NO.3.
- NACIONAL FINANCIERA. "LIII ASAMBLEA GENERAL DE LA CAMARA MINERA DE MEXICO". EL MERCADO DE VALORES. MEXICO. NAFTNSA. NO.14. JULIO 15, 1990.
- NUEXCO INTERNATIONAL CORPORATION. "MONTHLY REPORT". NUEXCO. DENVER, COLORADO, U.S.A. NUEXCO. NOVIEMBRE 1988. NO.243.
- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. "SISTEMA DE PROTECCION Y DISPOSITIVOS EN CENTRALES NUCLEARES". COLECCION SEGURIDAD. REVISTA SOBRE SEGURIDAD DEL O.I.E.A. VIENA. 1981. NO.50-SG-D3.
- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. "BASIC SAFETY PRINCIPLES FOR NUCLEAR POWER PLANTS". SAFETY SERIES. REVISTA SOBRE SEGURIDAD DEL O.I.E.A. VIENA. 1988. NO.75-INSAG-3.

- ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA. "LA DECADA DE LOS 80: COOPERACION PARA ENFRENTAR EL ESTANCAMIENTO ECONOMICO-ENERGETICO". REVISTA ENERGETICA. QUITO, ECUADOR. OLADE. AÑO 14. NO. 1. ENERO-ABRIL 1990.
- ORTEGA PIZARRO, FERNANDO. "YA OBSOLETA Y CON TODO Y FALLAS SE PUSO EN OPERACION LAGUNA VERDE". PROCESO. REVISTA SEMANAL. MEXICO. DIR: SCHERER GARCIA JULIO. 20/AGOSTO/1990. NO. 720.
- PONCE M., ANTONIO. "ENERGIA NUCLEAR EN MEXICO". CUADERNOS DE POLITICA NUCLEAR. REVISTA DEL SINDICATO UNTCO DE TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA NUCLEAR. MEXICO. SUTIN. 1982.
- PONCE M., ANTONIO. "EL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR". 3 SERIE DIVULGACION. REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. MEXICO. I.N.I.N. MARZO 1980. NO. 3.
- PONCE M., ANTONIO. "EL REACTOR TRIGA MARK III". 5 SERIE DIVULGACION. REVISTA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. MEXICO. I.N.I.N. SEPTIEMBRE 1980. NO. 5.
- TONDA, JUAN. "EL REACTOR NUCLEAR". INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA. REVISTA DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. MEXICO. CONACYT. VOL. 5. AGOSTO 1983. NO. 83.
- VARIOS. "INFORMACION LATINOAMERICANA". ENERGIA DEL FUEGO AL ATOMO. REVISTA SOBRE ENERGETICOS, MEXICO. DIR. RUIZ AGUEDA. ED. TALLER EDITORIAL S.A. AÑO 2. ABRIL-MAYO 1980. NO. 17 Y 18.
- VARIOS. "INFORMACION LATINOAMERICANA". ENERGIA DEL FUEGO AL ATOMO. REVISTA SOBRE ENERGETICOS. MEXICO. DIR. RUIZ AGUEDA. ED. TALLER EDITORIAL S.A. AÑO 2. JUNIO-JULIO 1980. NO. 19 Y 20.

PERIODICOS.

- EL NACIONAL. MEXICO. DIR. RAMIREZ A. VIRGILIO. 11/ENERO/1991.
- EL UNIVERSAL. MEXICO. DIR. LOPEZ BARROSO DANIEL. 15/AGOSTO/1990.
- EXCELSIOR. MEXICO. DIR. DIAZ REDONDO REGINO. 15/AGOSTO/1990.
1/FEBRERO/1991.
- UNO MAS UNO. MEXICO. DIR. GUTIERREZ R. LUIS. 15/AGOSTO/1990.

DOCUMENTOS.

- COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS. EVA-
LUACION DE LA SEGURIDAD DE LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA DE LA-
GUNA VERDE. MEXICO. S.E.N.I.P.-C.N.S.N.S. MAYO 1990.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. ENERGIA SOLAR, SEC-
TOR DESARROLLO Y ADAPTACION TECNOLOGICA: DIAGNOSTICO. MEXICO.
UNIDAD DE PLANEACION Y DESARROLLO. 1978.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. PROGRAMA NACIONAL
DE DESARROLLO TECNOLOGICO Y CIENTIFICO 1984-1988. MEXICO.
PODER EJECUTIVO FEDERAL. 1984.
- CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. MEXICO.
EDITORIAL PORRUA S.A. 87a EDICION. 1989.
- DE LA MADRID HURTADO, MIGUEL. PRIMER INFORME DE GOBIERNO.
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1983.
- DE LA MADRID HURTADO, MIGUEL. TERCER INFORME DE GOBIERNO.
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1985.

- DE LA MADRID HURTADO, MIGUEL. QUINTO INFORME DE GOBIERNO. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1987.
- DE LA MADRID HURTADO, MIGUEL. SEXTO INFORME DE GOBIERNO. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1988.
- DE LA MADRID HURTADO, MIGUEL. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1983-1988. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PODER EJECUTIVO. 1983.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. "INTERVENCIÓN DE LA DELEGACION MEXICANA EN LA XXIV CONFERENCIA DEL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. VIENA, AUSTRIA". 5 SERIE DOCUMENTOS. MEXICO. ININ. 1980. NO:5.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES. "DECLARACION DE LA DELEGACION MEXICANA EN LA XIII CONFERENCIA DEL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. NUEVA DELHI, INDIA". 3 SERIE DOCUMENTOS. MEXICO. ININ. 1979.
- "LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL EN MATERIA NUCLEAR". DIARIO OFICIAL. MEXICO. SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL. 4/FEBRERO/1985.
- "LEY DE RESPONSABILIDAD CIVIL POR DAÑOS NUCLEARES". DIARIO OFICIAL. MEXICO. SECRETARIA DE PATRIMONIO NACIONAL. 3/DICIEMBRE/1974.
- LOPEZ PORTILLO JOSE. SEXTO INFORME DE GOBIERNO. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1982.
- NACIONAL FINANCIERA. "PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1989-1994". EL MERCADO DE VALORES. MEXICO. NAFINSA. SUPLEMENTO AL NO.11. JUNIO 1, 1989.

- NACIONAL FINANCIERA. "PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACION INDUSTRIAL Y DEL COMERCIO EXTERIOR 1990-1994". EL MERCADO DE VALORES. MEXICO. NAFINSA. SUPLEMENTO AL NO.4. FEBRERO 15, 1990.
- ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA. CONCLUSIONES DE LA REUNION TECNICA REGIONAL SOBRE HIDROENERGIA. QUITO, ECUADOR. FEBRERO 1981.
- ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS. PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (U.N.E.P.). REGISTRO DE TRATADOS Y OTROS ACUERDOS INTERNACIONALES RELATIVOS AL MEDIO AMBIENTE. NAIROBI. UNEP. 1988.
- SALINAS DE GORTARI, CARLOS. "PRIMER INFORME DE GOBIERNO". EXCELSIOR. MEXICO. 2/NOVIEMBRE/1989.
- SALINAS DE GORTARI, CARLOS. "SEGUNDO INFORME DE GOBIERNO". UNO MAS UNO. MEXICO. 2/NOVIEMBRE/1990.
- SALINAS DE GORTARI, CARLOS. SEGUNDO INFORME DE GOBIERNO 1990. ANEXO. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. 1990.
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL. BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1989. MEXICO. SEMIP. 1990.
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL. PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACION ENERGETICA 1990-1994. MEXICO. SEMIP. 1990.
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL. PROGRAMA NACIONAL DE MODERNIZACION MINERA 1990-1994. MEXICO. SEMIP. 1990.

- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL. REPORT-
TE DE ACTIVIDADES DE LA SEMIP 1986-1987. MEXICO. COORDINACION
GENERAL DE PROGRAMACION SECTORIAL. 1987.

OBRAS DE CONSULTA.

- APUNTES DE LA MATERIA "POLITICA EXTERIOR DE MEXICO". 1989.
- FOLLETOS DE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD SOBRE LA
NUCLEOELECTRICIDAD.
- FOLLETOS SOBRE EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NU-
CLEARES.
- TESIS PROFESIONAL DE MITZUNAGA MAGAÑA, ERIKA. CONTAMINACION
NUCLEAR (UNA PERSPECTIVA INTERNACIONAL). MEXICO. U.N.A.M.-
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN. CARRE-
RA DE RELACIONES INTERNACIONALES. 1988.
- VARIOS. ALMANAQUE MUNDIAL 1990. REPUBLICA DE PANAMA. EDITO-
RIAL AMERICA S.A. 1989.
- VARIOS. ENCICLOPEDIA DE MEXICO. MEXICO. ENCICLOPEDIA DE ME-
XICO S.A. 1977. TERCERA EDICION. TOMO 3.
- VARIOS. ENCICLOPEDIA METODICA LAROUSSE. MEXICO. EDICIONES
LAROUSSE S.A. 1983. SEPTIMA EDICION. TOMO 6.