



GACETA DEL CONGRESO

SENADO Y CÁMARA

(Artículo 36, Ley 5a. de 1992)

IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA

ISSN 0123 - 9066

AÑO X - N° 480

Bogotá, D. C., viernes 21 de septiembre de 2001

EDICION DE 20 PAGINAS

DIRECTORES:

MANUEL ENRIQUEZ ROSERO
SECRETARIO GENERAL DEL SENADO

ANGELINO LIZCANO RIVERA
SECRETARIO GENERAL DE LA CÁMARA

RAMA LEGISLATIVA DEL PODER PUBLICO

CÁMARA DE REPRESENTANTES

PONENCIAS

PONENCIA PARA PRIMER DEBATE DEL PROYECTO DE LEY NUMERO 041 DE 2001 CÁMARA

por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de ingeniería catastral y geodesia y se crea el Colegio de Ingenieros Catastrales y Geodesias.

Bogotá, D. C., 11 de septiembre de 2001

Doctor

PLINIO EDILBERTO OLANO BECERRA

Presidente

Comisión Sexta Constitucional Permanente

Honorable Cámara de Representantes

Respetuosamente presentamos a ustedes ponencia para primer debate del Proyecto de ley número 041 de 2001 Cámara, *por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de ingeniería catastral y geodesia y se crea el Colegio de Ingenieros Catastrales y Geodesias.*

En relación con el proyecto de ley se hace un recuento histórico, donde se expresa lo siguiente:

“El término catastro, apareció en el país a finales del mes de septiembre del año 1821, cuando se incluyó en el artículo 31 de la Ley 30 de 1821. Acto realizado en el Congreso de Villa del Rosado de Cúcuta y posteriormente reglamentada por el Decreto 15 de 1825, firmado por el General Francisco de Paula Santander.

La filosofía de la realización del catastro en el país, tenía como objetivo fundamental la parte fiscal, ya que en su primer considerando se expresa literalmente: ‘Proveer fondos suficientes para la subsistencia de los ejércitos que tan gloriosamente combaten por la independencia de la República, lo mismo que para sostener las demás ramas de la administración’.

Por medio de un decreto del día 23 de febrero de 1823, se castigaba con presidio en la Guayana, quienes tuvieran poco celo en el desempeño de sus funciones en perjuicio del erario nacional. A estas disposiciones y normas legales no se les dio la debida aplicación, generando para el sistema catastral sólo un listado de propietarios de fincas, lotes y predios y de avalúos, sin tener en cuenta la correcta identificación, descripción de los inmuebles objeto de la realización de un catastro. De igual manera, se centralizó en forma errónea a la persona y no al objeto tema del estudio.

En el año de 1887 se retoma el concepto catastral y se expide la Ley 48 del mismo año, en su artículo 4°, y se procede a legislar, pero se incurre

en el error conceptual de denominarlo e identificarlo como ‘impuesto de raíz’. Posteriormente en el año de 1908 por medio de la Ley 20 se deroga la Ley 48 de 1887 y se fija el impuesto sobre la Propiedad Raíz en un dos por mil y se ordena que el recaudo lo realizaran los municipios.

La Ley 4° del año 1913 en su artículo 97 del numeral 39, asigna a las asambleas la función de reglamentar el ‘Impuesto sobre la Propiedad Raíz’ norma que causó un desacierto total por cuando las asambleas no tenía la experiencia para efectuar la reglamentación o legislación catastral. Años más tarde en 1930 la Misión Kemmerer, presentó un documento para ser sometido a consideración del doctor Francisco de Paula Pérez, Ministro de Hacienda y Crédito Público, este proyecto de ley tenía como fin, la nacionalización del catastro y elevar la anterior tasa. La Misión Kemmerer no consideró la identificación de los inmuebles, sino su avalúo y no basándose exclusivamente en los registros, sino elaborando planos. La Misión de la referencia recomendó que se asignará un técnico extranjero especializado para organizar detalladamente la Institución Catastral, pero el proyecto se realizó parcialmente incorporado en los artículos 28, 29, 30, 31 de la Ley 78 de 1935 denominada ‘Reforma Tributaria’.

El día 5 de octubre de 1938, se expidió el Decreto 1797 por parte del Estado colombiano y en desarrollo de las autorizaciones conferidas por medio de la Ley 109 de 1938, se organizó en el Ministerio de Hacienda y Crédito Público una sección o división especial encargada de efectuar los estudios y análisis de los trabajos preparatorios de Catastro Nacional.

Como era natural el país no estaba preparado ni contaba con el personal especializado para adecuar y resolver los problemas técnicos y administrativos relacionados con la formación y conservación del catastro, teniendo en cuenta las recomendaciones y sugerencias de la Misión Kemmerer. En este momento se tomó la decisión por parte del Ministro de Hacienda de contratar al doctor Pierre Grandchamp, profesional y Jefe del Servicio Técnico del Registro Territorial del Cantón de Ginebra, Suiza, ya que el sistema catastral de este país contaba con uno de los mejores catastros organizados. La idea fundamental del Gobierno era establecer un catastro con fines netamente fiscalistas, pero al ser aprobado por el Ministro de Hacienda el 9 de mayo de 1939 el plan de trabajo de la Misión Suiza, se acepto como principio fundamental, que la nueva institución catastral debería perseguir el saneamiento definitivo de la titulación de la propiedad inmobiliaria con sus respectivas características de tipo físico con levantamientos topográficos directos y la reforma de los actuales sistemas de registro y notariado por medio de la implantación de

un Catastro Jurídico - fiscal y físico la cual contemplaba dos aspectos fundamentales.

1. La colaboración del Instituto Geográfico Militar (fundado el 13 de agosto de 1935) con el Catastro Nacional.

2. La formación de un profesional idóneo en la materia del catastro, con conocimientos en el manejo de la cartografía que para tal fin era la necesaria y en los métodos de las mediciones para la ubicación y localización de los predios, lotes y demás actividades concernientes a tal especialidad. Profesión que corresponde la de ingeniero catastral.

El Decreto número 153 de enero 31 de 1940 dio como resultado la unión de dos entidades en una sola, Instituto Geográfico Militar y la Sección Nacional de Catastro y que a partir de la fecha denominaría Instituto Militar y Catastral, (dependiente del Ministerio de Hacienda y Crédito Público).

Posteriormente la Resolución 831 de diciembre 1° de 1941 expedida por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, reglamentaria del Decreto 1301 de 1940, fija normas del Catastro Preparatorio Nacional.

El Catastro Preparatorio Nacional es el conjunto de documentos relativos a la descripción de los elementos físicos, económicos y jurídicos de la propiedad inmueble con indicación sumaria.

En el Decreto 0867 del 12 de abril de 1956, se cita; la Inspección General de Catastro las oficinas seccionales y demás dependencias del Catastro Nacional pasarán a depender de la jefatura de Rentas e Impuestos Nacionales.

El Decreto Legislativo 0290 de noviembre 8 de 1957 cita; la Junta Militar de Gobierno, creó el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" como entidad autónoma descentralizada. El Decreto 622 del 1° de abril de 1958 le fijo sus funciones que con relación al catastro fueron: Estudiar la parte de los elementos geométricos, físicos, económicos y jurídicos de la propiedad inmueble, para formar, reglamentar y hacer la conservación del catastro en el territorio nacional.

La Resolución número 1173 de septiembre 29 de 1965, expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, reglamenta la formación y la conservación de los catastros nacionales, considerando que es necesario unificar y actualizar, con base en la experiencia adquirida, las disposiciones sobre la formación y conservación de ellos.

La determinación de los elementos físicos, económicos y jurídicos tienen como finalidad esencial:

1. Determinación física económica y jurídica cada vez más perfecta de los límites y condiciones geométricas de la propiedad inmobiliaria en beneficio de los propietarios o poseedores de los inmuebles.

2. Establecimiento de los planos, cartas o planos catastrales y agrícolas del país.

3. La preparación de una reforma legal que permita la fusión de un sistema único de las tres instituciones: Notariado, Registro y Catastro.

4. La obtención de las informaciones relativas a la propiedad inmobiliaria en los tres elementos ya enunciados, para la utilización en los programas de Gobierno.

5. La determinación de los avalúos de conformidad con las normas establecidas en la Resolución 1173, para el recaudo de los impuestos directos sobre la propiedad inmobiliaria, y como base para la transferencia o adquisición de la misma, bien se trate de negociación directa o de expropiación por parte del Estado.

6. La conservación y perfeccionamiento de los catastros a nivel nacional, departamental y municipales, como parte fundamental para los planes de ordenamiento y del desarrollo de las comunidades.

Otro de los pilares de la formación académica del ingeniero catastral y geodesta, se encuentra en el área de la Geodesia, ciencia que se ocupa de definir cuantitativamente la forma y dimensiones del globo terrestre (la tierra) y extraer de ellas, conclusiones aplicables a la ingeniería y a la ciencia.

Existen varios objetivos de la geodesia y entre los principales se pueden enunciar los siguientes:

Abarca tanto la descripción geométrica de la tierra (geodesia geométrica) como el estudio de la aceleración de la gravedad, su distribución, su intensidad y su dirección en la superficie terrestre y en el espacio vecino (geodesia dinámica). Tiene aplicaciones inmediatas en la topografía, fotogrametría, y la cartografía, disciplinas que se apoyan en los resultados de las redes de control terrestre primario que le suministra la elaboración de mapas, cartas y planos precisos y detallados de grandes extensiones, solución de los problemas limítrofes tanto a nivel interno con los municipios y los departamentos como a nivel fronterizo, ayuda la geodesia a la determinación de puntos astronómicos para la concesión de las áreas de explotación petrolera e inclusive para los baldíos.

Desde el punto de vista científico y de la investigación se abren las siguientes perspectivas para el profesional conocedor de la geodesia:

1. Desarrollo general del uso de ordenadores o computadoras.

2. Teoría de largas líneas geodésicas

3. Análisis y estudios de las redes geodésicas nacionales y nacionales, el empalme con las redes de los países colindantes y otras naciones.

4. Búsqueda de la forma real de la tierra por los diferentes métodos del geode en función de las anomalías de la gravedad.

5. Investigar las teorías de la geodesia tridimensional.

6. Estudio, análisis e investigación sobre las mareas terrestres.

7. Utilización de los diferentes aparatos digitales para la determinación de medidas y dimensiones.

Todo lo anterior puede ser aplicado en los estudios, e investigaciones como los realizados el 4 de octubre de 1957 cuando se lanzó el primer Sputnik y se abrió una nueva era para la aplicación de la geodesia y naturalmente para el profesional conocedor de esta ciencia como lo es el ingeniero catastral y geodesta, porque las perturbaciones de las órbitas van a permitirle estudiar los términos sucesivos del potencial de la gravitación, por otra parte, las imágenes de los satélites en el fondo de las estrellas y a partir de varias estaciones terrestres permite efectuar triangulaciones espaciales de mallas muy grandes y abre la posibilidad de observar una Red de Control Geodesico Verdadero.

Otra de las herramientas de que el profesional ingeniero catastral y geodesta ha tenido y tiene conocimiento, fundamental y profundo en la aplicación de los sistemas de información geográfica.

Herramienta conocida con la sigla SIG, la cual permite el manejo y análisis de cosas que existen y eventos que pasan sobre la superficie terrestre. La tecnología (SIG) integra operaciones comunes sobre bases de datos, como son la búsqueda y análisis estadísticos, con mapas. Estas habilidades distinguen a los (SIG) de otros sistemas de información y convierte una herramienta valiosa para una gran variedad de empresas públicas y privadas en la planeación de estrategias y administración de su infraestructura.

Los sistemas de información geográfica dan el poder de crear y elaborar mapas, integrar información, visualizar escenarios, solucionar problemas del mundo real. Los usuarios de los SIG pasan por los técnicos especialistas los cuales diseñan y mantienen el sistema hasta los usuarios que utilizan como ayuda en el desempeño de sus labores diarias, para tal fin existen el profesional catastral y geodesta.

Por lo tanto el propósito general del SIG es poder introducir, manipular, administrar, buscar, analizar y visualizar los datos geográficos.

Las herramientas SIG ofrecen varias opciones de entrada de datos, una gran cantidad de datos geográficos pueden ser obtenidos por medio de proveedores de datos y leídos directamente en un software para SIG.

Junto con los sistemas de información geográfica existen otras tecnologías las cuales se encuentran estrechamente relacionadas. Los SIG comparten algunas características con los sistemas de mapeo, los sistemas administradores de bases de datos (DBMS) el diseño asistido por un computador (CAD) y sensores remotos (GPS). La habilidad de los SIG para manipular y analizar datos geográficos es un grupo aparte y particular de los SIG. Los sistemas administradores de bases de datos pueden almacenar y administrar todos los tipos de datos incluyendo los geográficos.

El catastro y los sistemas de información geográfica. El catastro, el registro de la propiedad inmobiliaria y la cartografía catastral, se han unido como un solo ente para obtener una información integral del terreno y la consistencia de los datos del mismo. Un sistema de Catastro unificado proporciona la base de análisis para los regímenes fiscales. Estos sistemas proporcionan una base a gran escala para la recolección y almacenamiento de otros datos relacionados, como el uso del suelo y la clasificación de los terrenos, ofreciendo un registro multifuncional del terreno. El carácter multifuncional del sistema de registro de terrenos forma un valioso activo estatal.

La estructura de la base de datos tiene una importancia capital para conseguir que el modelo que constituye esa base de datos proporcione directamente y, como mínimo, toda la información que habitualmente se extrae de los planos y mapas catastrales.

Los sistemas de información geográfica van a permitir abordar proyectos de desarrollo y de ordenamiento teniendo en cuenta estos elementos tecnológicos.

El profesional ingeniero catastral y geodesta puede concebir, gerenciar y administrar un catastro multifuncional, utilizable en diversos ámbitos de la esfera pública y privada, soportándolo con medios tecnológicos actuales como son los SIG. Por lo tanto, es factor de planificación disponer de los sistemas de información geográfica con profesionales especializados en el área. Naturalmente se hace necesario garantizar el mantenimiento y actualización de la cartografía sistematizada para así mismo poder garantizar el funcionamiento de los catastros del país”.

Sin embargo, en relación con el proyecto se introducen a partir del artículo 6°, algunos artículos que son inconstitucionales, por las siguientes razones:

1. Dice el artículo 26 de la Constitución Política que “toda persona es libre de escoger profesión u oficio. La ley podrá exigir títulos de idoneidad. Las autoridades competentes inspeccionarán y vigilarán el ejercicio de las profesiones. Las ocupaciones, artes u oficios que no exijan formación académica son de libre ejercicio, salvo aquellas que impliquen un riesgo social.

Las profesiones legalmente reconocidas pueden organizarse en colegios. La estructura interna y el funcionamiento de estos deberán ser democráticos. La ley podrá asignar funciones públicas y establecer los debidos controles.”

Así las cosas la función de la ley no es crear colegios en relación con las profesiones, ni asignarles funciones, composición y sede, pues todo ello es responsabilidad de los asociados a quienes en forma autónoma, respetando la constitución y los principios democráticos, pueden organizarse y darse sus propios reglamentos.

Puede ocurrir que el legislador decida que algunos colegios cumplan funciones públicas, como es el caso de los colegios de abogados que resuelvan solicitudes de conciliación, y en ese caso corresponde al Congreso la competencia.

2. Por otro lado, el artículo 38 de la Carta Política expresa que “Se garantiza el derecho de libre asociación para el desarrollo de las distintas actividades que las personas realizan en la sociedad”.

En armonía, entonces, con lo expresado arriba, el legislador no puede invadir la órbita propia de la libertad de los particulares, estableciendo regulaciones frente a actividades que no afectan el interés público. Por eso la Corte Constitucional ha expresado que “una de las manifestaciones de este derecho es la posibilidad de asociarse o no asociarse para lograr los fines de su desarrollo en sociedad. Es aquí donde se manifiesta el derecho de opción y deber de las personas, respetar los derechos ajenos y no abusar de los propios”.

Por las razones expuestas anteriormente estamos modificando este proyecto de ley que hoy nos permitimos presentar y proponer a la Comisión Sexta Constitucional Permanente le dé primer debate al Proyecto de ley número 041 de 2001 Cámara, *por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de ingeniería catastral y geodesia y se crea el Colegio de Ingenieros Catastrales y Geodesias.*

De los honorables Representantes,

María Clementina Vélez Gálvez, Ernesto Mesa Arango, Oscar Sánchez Franco, Representantes.

PLIEGO DE MODIFICACIONES AL PROYECTO DE LEY NUMERO 041 DE 2001

por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de ingeniería catastral y geodesia y se crea el Colegio de Ingenieros Catastrales y Geodesias.

Artículo 1°. Queda igual

Artículo 2°. Queda igual.

Artículo 3°. Queda igual.

Artículo 4°. Queda igual.

Artículo 5°. Queda igual.

Artículo 6°. Se suprime.

Artículo 7°. Se suprime.

Artículo 8°. Se suprime.

Artículo 9°. Se suprime.

Artículo 10. Se suprime.

Artículo 11. Se suprime.

Artículo 12. Queda igual y pasa a ser artículo 6°.

María Clementina Vélez Gálvez, Ernesto Mesa Arango, Oscar Sánchez Franco, Representantes.

TEXTO PROPUESTO PARA PRIMER DEBATE AL PROYECTO DE LEY NUMERO 041 DE 2001 CAMARA

por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de ingeniería catastral y geodesia y se crea el Colegio de Ingenieros Catastrales y Geodesias.

El Congreso de la República

DECRETA:

Artículo 1°. *Ejercicio de la ingeniería catastral y geodesia.* En cumplimiento de los deberes asignados al Estado por el artículo 26 de la Constitución Política, se reglamenta el ejercicio de la ingeniería catastral y geodesia, entendida como una profesión de nivel universitario superior y de carácter científico, técnico y humanístico, que propende por su objetivo principal de formar, mantener, conservar, gerenciar y administrar un catastro único y multifuncional, que sea el reflejo permanente de la realidad inmobiliaria del país, con el objeto de apoyar los procesos de planificación, ordenamiento y desarrollo del territorio nacional, racionalizar el uso del suelo y sus recursos y preservar el medio ambiente, a fin de lograr un desarrollo sostenible integral.

Artículo 2°. *Áreas de competencia de la ingeniería catastral y geodesia.* La ingeniería catastral y geodesia tendrá como áreas de su competencia las de desempeño exclusivo y las de desempeño interdisciplinario.

1. Se entiende como áreas de desempeño exclusivo, aquellas que la ingeniería catastral y geodesia o aquellas cuya gerencia, dirección, coordinación, planificación, interventoría, y ejecución en general deben ineludiblemente estar a cargo de dichos profesionales.

Son áreas de desempeño exclusivo las siguientes:

- En el área de catastro: Catastro, avalúos en general, valorización, administración inmobiliaria, ecología catastral.

- En el área de Geodesia: Geodesia.

- En el área de Cartografía: Cartografía.

- En el área de los sistemas de información geográfica: Los sistemas de información de tierras.

2. Se entiende como áreas de desempeño interdisciplinario, aquellas que por su característica permiten el concurso de diferentes disciplinas y dentro de las cuales la ingeniería catastral y geodesia tiene su participación en los campos de su especialidad.

Son áreas de desempeño interdisciplinario las siguientes: Estudios de suelos, cartografía agrológica, geografía económica, sistemas de información geográfica, estadísticas de la propiedad inmobiliaria, evaluación de proyectos, planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial, legislación catastral y urbanismo, prospección geofísica, estudios de estratificación, diseño y trazado de vías.

Artículo 3°. Las personas que no cumplan los requisitos previstos en la Ley 30 de 1992 o de educación superior y los de la presente ley, no podrán ejercer la profesión de ingeniero catastral y geodesia. Tampoco podrán asumir responsabilidades, disfrutar de las prerrogativas inherentes al ejercicio de dicha profesión, ni usar los distintivos que comúnmente se utilizan para indicar los títulos en placas, membretes, tarjetas, asesorías, avisos o publicaciones.

Igualmente, es necesario acreditar tales requisitos para tomar posesión y desempeñar los cargos públicos y para celebrar y ejecutar contratos de prestación de servicios en las especialidades de dicha rama profesional.

Artículo 4°. Quienes se desempeñen en las áreas de competencia de la ingeniería catastral y geodesia definidas en la presente ley, sin cumplir los requisitos respectivos señalados en las mismas y en las leyes vigentes de contratación de la administración pública, se harán acreedores a sanciones dentro de los términos previstos por la ley.

Parágrafo 1°. El Estado sancionará conforme a la ley, las instituciones que contraten servicios profesionales de competencia de la ingeniería catastral y geodesia definidas en la presente ley, sin el lleno de los requisitos establecidos.

Artículo 5°. La formulación, gerencia, dirección, coordinación de la ejecución e interventoría de cualquier proyecto, cuyo componente principal sea la competencia de la ingeniería catastral y geodesia y además, sea objeto de la financiación estatal, ya sea a través de los subsidios, transferencias, regalías, presupuesto, créditos, ayudas, convenios, cooperación internacional o nacional o cualquier otra forma de financiación, deberá cumplir con las exigencias de la presente ley.

Artículo 6°. La presente ley rige a partir de la fecha de su expedición y su publicación en el *Diario Oficial* y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

(Firma ilegible).

* * *

PONENCIA PARA PRIMER DEBATE EN COMISIONES ECONOMICAS CONJUNTAS AL PROYECTO DE LEY NUMERO 42 DE 2001 CAMARA Y 56 DE 2001 SENADO

por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2002.

Para dar cumplimiento al mandato constitucional y a lo dispuesto por el Estatuto Orgánico del Presupuesto Nacional, compilado en el Decreto 111 de 1996, presentamos a consideración de las Comisiones Económicas conjuntas del honorable Senado y de la honorable Cámara de Representantes, ponencia para primer debate del Proyecto de ley número 42 de 2001 Cámara y 56 de 2001 Senado, *por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2002.*

I. INTRODUCCION

El Gobierno Nacional, por intermedio del señor Ministro de Hacienda y Crédito Público, puso a consideración del Congreso de la República el proyecto de ley del presupuesto general de la Nación para el año 2002 por valor de \$62.7 billones, monto financiado de la siguiente manera: \$28.7 billones, con ingresos corrientes de la Nación; \$26.8 billones, con recursos de capital; \$2.5 billones, con rentas parafiscales y otros fondos especiales, y \$4.7 billones, con recursos propios de los establecimientos públicos del orden nacional. En el cuadro número 1 se resumen las apropiaciones. Un mayor detalle se presenta posteriormente.

Cuando se incluye el valor del servicio de la deuda, el monto previsto del presupuesto es superior al del año 2001 en un 5.8%. Sin embargo, cuando no se considera el servicio de la deuda, el monto de las apropiaciones que atienden el funcionamiento y la inversión de la Nación y de sus establecimientos públicos presenta un aumento del 4.9% que equivale a una pequeña reducción en términos reales. Al respecto quisiéramos expresar nuestra preocupación por el peso que ha adquirido el servicio de la deuda dentro del presupuesto, casi el 37% del mismo, situación que está incidiendo negativamente sobre la composición del gasto y sobre la capacidad de la Nación para atender necesidades urgentes de la población

en un período de crisis económica y social y altos niveles de desempleo como el que atraviesa el país.

CUADRO NUMERO 1

Total apropiaciones presupuesto general de la Nación * 2000-2002
billones de pesos

	Valor apropiaciones			Variación %	
	2000	2001	2002	01/00	02/01
Funcionamiento	26.4	28.8	30.2	8.8	5.2
Gastos de personal	6.4	7.0	7.3	10.3	4.0
Gastos generales	1.7	1.7	1.6	(0.7)	(6.0)
Transferencias	18.0	19.7	20.9	9.6	6.3
Operación comercial	0.4	0.4	0.4	(9.1)	17.0
Servicio de la deuda	16.5	21.4	23.0	29.3	7.5
Externa	5.1	7.5	10.1	46.2	34.6
Interna	11.4	13.9	12.9	21.8	(7.2)
Inversión	7.6	9.1	9.4	19.2	3.9
Total con deuda	50.6	59.2	62.7	17.1	5.8
Total sin deuda	34.0	37.8	39.7	11.1	4.9

* Comprende el Presupuesto de la Nación y el presupuesto de los establecimientos públicos nacionales.

Fuente: Dirección General del Presupuesto Público Nacional

II. RESPONSABILIDADES DEL CONGRESO FRENTE A LA CRISIS SOCIAL Y ECONOMICA DEL PAIS

El Gobierno ha afirmado que el proyecto de presupuesto contiene las apropiaciones requeridas para garantizar el funcionamiento de las ramas del poder público, el cumplimiento del servicio de la deuda y la atención de los demás compromisos del Gobierno Nacional relacionados con la prestación de los servicios a la población, considerando las limitaciones y restricciones presupuestales que imponen las actuales circunstancias económicas y fiscales del país y atendiendo las disposiciones previstas en la Ley 617 de 2000.

Ha señalado el gobierno que dicho proyecto se ha formulado teniendo como punto de referencia estrictos criterios de austeridad. Por este motivo, ha reiterado que el proyecto que se presenta corresponde a un proyecto realista, que contiene los ingresos alcanzables y los gastos que estos pueden financiar. También ha expresado la urgencia de mantener e incrementar la inversión y el gasto social, para contrarrestar el grave deterioro que la crisis económica tiene sobre el nivel de empleo, sobre todo considerando que aquella ha golpeado con mayor intensidad a los estratos bajos y medios de la población.

Los ponentes coincidimos, en primer lugar, respecto a la urgencia de solucionar el problema fiscal, el cual no es sostenible en el mediano plazo. Su eliminación es una condición previa necesaria para garantizar una situación cambiaria sostenible y niveles de tasas de interés que posibiliten un crecimiento económico más fuerte y sostenido que el observado en los últimos años. Sólo la recuperación de los niveles históricos de crecimiento permitirá reducir los escandalosos niveles de desempleo que hemos alcanzado.

También consideramos válido señalar, y este es un segundo punto de coincidencia, que la crisis y la situación de orden público han golpeado muy profundamente la situación económica y social de los colombianos, en especial la de los sectores más desprotegidos. Reducir los efectos de la crisis es una obligación indelegable del Estado, para lo cual el Gobierno Nacional debe adoptar las medidas que permitan mitigar los niveles de pobreza, marginalidad y desigualdad a que ha sido conducida una parte creciente de nuestra población.

Somos conscientes sobre la necesidad del ajuste fiscal y para ello los congresistas hemos estado atentos en buscar las mejores soluciones. La prueba de ello la dimos durante la pasada legislatura cuando abocamos el estudio de diferentes propuestas de reforma estructural, muchas de las cuales ya aprobamos con las modificaciones que consideramos apropiadas. Otras las analizaremos en el curso de las actuales sesiones junto con aquellas nuevas que nos presente el Gobierno Nacional. La aprobación

de cambios legales, institucionales y constitucionales constituye nuestra contribución a la resolución del problema fiscal destinada a desmontar los factores generadores del desequilibrio. Los ponentes creemos que el control del crecimiento del gasto público de funcionamiento y el replanteamiento de los esquemas que han conducido a tan elevado endeudamiento público debe ser objetivos centrales de la política económica, y, en particular, de la política fiscal y de manejo de la deuda.

Así mismo, creemos firmemente en la urgencia de crear las condiciones materiales para mejorar la calidad de vida de nuestros compatriotas, de los más pobres y necesitados y, en especial, de aquella creciente masa de desplazados por la violencia, hoy por hoy, prácticamente desamparados por las entidades gubernamentales. Con estos propósitos, los congresistas estaremos atentos a estudiar y evaluar concienzudamente la pertinencia de las propuestas que presente el Gobierno Nacional, tanto en materia de ajuste fiscal como aquellas otras que contribuyan a resolver la crisis económica y social por la que atraviesa el país, y a aprobar aquellas que consideremos convenientes, siempre y cuando estas propuestas no atenten contra las condiciones de vida de los sectores más desprotegidos de la sociedad ni los derechos adquiridos por los trabajadores.

Es sabido que el gasto público tiene una amplia incidencia sobre el conjunto de la economía y en general, sobre el presente y futuro de la sociedad. Hoy por hoy, el país se enfrenta a una de las coyunturas económicas y sociales más difíciles de los últimos años y el Congreso tiene la responsabilidad histórica de participar y contribuir a su solución. El proyecto de ley, por medio del cual se establece el presupuesto del año 2002, tendrá un considerable efecto sobre el futuro de la economía colombiana pues sabemos que forma parte muy importante de una estrategia global para conjurar la crisis. Por esta razón, los miembros de las Comisiones Económicas conjuntas nos hemos reunido con representantes del Gobierno Nacional, del Banco de la República, de la sociedad y con numerosos académicos y estudiosos del tema económico y fiscal, con objeto de analizar el proyecto y sus implicaciones económicas y sociales y evaluar las mejores alternativas. En este sentido, en los debates correspondientes, formularemos las propuestas que consideramos apropiadas para enfrentar la grave situación actual.

III. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE LEY DE PRESUPUESTO

Como quiera que el presupuesto de la Nación representa más del 90% del presupuesto general, esta ponencia hace énfasis especial sobre el primero, como se describe a continuación.

1. Tamaño y composición del presupuesto de gastos para el año 2002

En conjunto, el proyecto de presupuesto general de la Nación para el 2002 asciende a \$62.7 billones, superior en 5.8% respecto al de 2001, incluyendo el servicio de la deuda, distribuido de la siguiente manera: \$58.0 billones corresponden a apropiaciones con aportes de la Nación y \$4.7 billones con recursos administrados por los establecimientos públicos. En términos de la clasificación por objeto del gasto, 30.2 billones, el 48.2%, comprende gastos de funcionamiento, \$23.0 billones, el 36.7%, servicio de la deuda, y \$9.4 billones, el 15.0%, gastos de inversión.

2. Gastos de funcionamiento

Cerca del 95.0% del presupuesto general de la Nación para gastos de funcionamiento corresponde a gastos financiados con recursos de la Nación, \$28.4 billones, y, el resto, con recursos propios de los establecimientos públicos nacionales, \$1.8 billones.

Los gastos de funcionamiento para el 2002 incluyen las apropiaciones para el cumplimiento de las funciones propias de la administración pública. Se observa que existe realmente una restricción en los gastos de personal y los gastos generales en cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 617 de 2000. Los primeros, de acuerdo con la información del Ministerio de Hacienda, se calcularon atendiendo el costo de las nóminas, es decir, el de los cargos realmente ocupados y considerando, además, un incremento salarial del 8%, que corresponde a la inflación prevista para el presente año. Con esto se estaría dando cumplimiento a lo dispuesto sobre la materia por la Corte Constitucional.

Así, las apropiaciones previstas para atender los gastos de funcionamiento con recursos de la Nación durante el próximo año ascienden a la suma de \$28.4 billones, de los cuales \$6.8 billones se destinan a gastos de personal, \$1.3 billones a gastos generales y los restantes \$20.3 billones a transferencias, cuya participación en el total del funcionamiento representa el 71.5%.

Se observa que el 71.8% de las erogaciones por gastos de personal, financiadas con recursos de la Nación, se concentra en los sectores de defensa (29.2%), Policía Nacional (23.1%) y justicia, integrada por la Rama Judicial y la Fiscalía (19.5%). En cuanto a los gastos generales, como en el caso anterior, también existe una alta concentración del gasto en los mismos sectores (74.1%). Las difíciles circunstancias por las que atraviesa el orden público y el sector justicia, justifican este comportamiento que, sin embargo, no dejamos de reconocerlo, contribuye a aumentar la inflexibilidad del gasto público y a hacer más difícil el manejo de política.

Si esto ocurre con el gasto para funcionamiento de la administración pública, en el caso de las transferencias también existe una elevada inflexibilidad. Las transferencias financiadas con recursos de la Nación ascienden a \$20.3 billones. Este concepto de gasto incluye, entre otros, los recursos asignados al Sistema General de Participaciones de los departamentos, distritos y municipios creado por el Acto Legislativo 01 que aprobamos recientemente y el cual incluye los recursos que antes se destinaban a la participación de los municipios en los ingresos corrientes de la Nación, los del situado fiscal y las transferencias complementarias al Situado Fiscal para educación.

En otras palabras, del total de las apropiaciones para transferencias, el 56.5% tiene como destino las participaciones territoriales, lo que muestra la importancia que tienen éstas dentro del gasto público. Otras transferencias relacionadas con la seguridad social (pensiones, cesantías, Fonpet, prestaciones sociales del sector salud, defensa y policía) también han llegado a niveles significativos. Para el 2002 representarán el 28.4% del total de las transferencias. Si a las anteriores transferencias se adicionan aquellas que se asignan a las universidades públicas en cumplimiento de la Ley 30 de 1992 (5.5%), tenemos que más del 90.0% del gasto por concepto de transferencias es totalmente inflexible, sobre el cual la política fiscal no tiene posibilidad de incidir.

3. Servicio de la deuda pública nacional

El total del servicio de la deuda para el año 2002 asciende a \$23.0 billones, casi toda corresponde a deudas de la Nación y el resto, apenas \$3.9 mil millones, corresponde a la de los establecimientos públicos que se paga con recursos de estos.

El servicio de la deuda de la Nación, se desagrega así: \$12.9 billones corresponde a la deuda interna y \$10.1 billones a deuda externa, que equivalen a un crecimiento, respecto a 2001, del -7.2% y 34.7%, respectivamente. El total de los intereses por \$9.2 billones equivale al 40.0% del total de las apropiaciones del servicio de la deuda y el saldo, \$13.8 billones, corresponde a los pagos de amortizaciones, que es el 60.0% restante.

Como tuvimos oportunidad de manifestarlo en otra parte de la ponencia, si se quiere mantener la sostenibilidad del endeudamiento del gobierno central, en concordancia con lo previsto en la Ley 358 de 1997, y preservar el equilibrio de los principales agregados macroeconómicos, no puede continuarse con los actuales niveles de endeudamiento que muestra el Gobierno Central.

CUADRO NUMERO 2

Servicio deuda Nación

Servicio deuda	1999	2000	2001	2002	00/99	01/00	02/01
	Valores en miles de millones de pesos			Variación porcentual (%)			
Total	13.809.5	16.507.9	21.397.4	22.995.9	19.5	29.6	7.5
Externa	4.407.9	5.118.7	7.490.9	10.087.0	16.1	46.3	34.7
Intereses	1.840.8	2.526.4	3.447.9	4.376.5	37.2	36.5	26.9
Amortizaciones	2.567.1	2.592.3	4.043.0	5.710.5	1.0	56.0	41.2
Interna	9.401.6	11.389.2	13.906.5	12.908.9	21.1	22.1	-7.2
Intereses	3.669.4	5.005.9	4.767.0	4.826.7	36.4	-4.8	1.3
Amortizaciones	5.732.2	6.383.3	9.139.5	8.082.2	11.4	43.2	-11.6

Fuente. Dirección General del Presupuesto Público Nacional.

El factor que más incide sobre el crecimiento del presupuesto de la Nación es el servicio de la deuda. En efecto, cuando se incluye el servicio de la deuda, el presupuesto de la Nación crece en 5.6%, cuando no se incluye el aumento es sólo del 4.4%. Se puede afirmar, sin ninguna duda, que el pago del servicio de la deuda está desplazando a la inversión. Mientras que en 1995 el servicio representaba el 19% del presupuesto nacional, en 2001 será el 38.9% del mismo y para el 2002 alcanzará el 39.6%. Por el contrario, la inversión ha pasado del 20% en el primer año, a 12.1% en el segundo y a un 11.4% en el tercero.

Esto nos muestra con toda claridad que no se puede desechar, y así lo recomiendan los ponentes al Gobierno Nacional, un análisis detenido sobre la conveniencia de encontrar mecanismos que reduzcan el peso de la deuda pública. Su desplazamiento en el tiempo debería permitir liberar recursos en el corto plazo para atender inversión y gastos sociales de mayor urgencia, considerando la situación crítica, en lo económico y en lo social, por la que atraviesa el país. Por fortuna, así lo ha entendido el gobierno. Por eso saludamos el intercambio de deuda interna que adelantó el gobierno a finales del semestre anterior y consideramos de la mayor conveniencia que se adelante un proceso similar con la deuda externa apenas lo permitan las circunstancias internacionales. De todas maneras, es importante continuar buscando otros mecanismos que contribuyan a reducir aún más el peso del servicio de la deuda, sin que ello afecte la confianza de los mercados.

4. Gastos de inversión

El monto de inversiones que se incluye en el presupuesto general de la Nación asciende a \$9.4 billones, de los cuales \$6.6 billones se financian con aportes de la Nación y \$2.8 billones con los recursos propios de los Establecimientos Públicos.

La inversión financiada con ingresos propios guarda correspondencia con las metas fiscales del Plan Financiero para el 2002 y provienen básicamente de los recursos del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, ICBF, el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, el Instituto Nacional de Vías, Invías, la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, Aerocivil, el Fondo de Comunicaciones y la Red de Solidaridad, entre otros.

Las apropiaciones programadas para atender gastos de inversión con recursos de la Nación se estiman en \$6.6 billones, cifra similar al valor de la inversión prevista para el presente año. Los recursos se destinarán a financiar inversiones, especialmente relacionadas con vigencias futuras, estimadas en \$2.5 billones, y fondos especiales, \$1.1 billones. El valor restante por \$3.0 billones se destinará a otras inversiones, la mayoría de ellas relacionadas con el gasto social. De esta manera, el presupuesto de inversión con recursos de la Nación para la próxima vigencia fiscal será equivalente a 3.1% del PIB.

Los ponentes consideramos necesario que el presupuesto mantenga un gasto de inversión suficiente que permita solucionar parte de las necesidades de la población; es un criterio indispensable, si se considera la importancia que tiene para el desarrollo económico, social y ambiental de los colombianos.

Consideramos, también, que las características de los programas de inversión, incorporados en el presupuesto general de la Nación para el 2002, reflejan un moderado énfasis en el gasto social que, si bien permite dar cumplimiento al precepto constitucional y al artículo 41 del Estatuto Orgánico del Presupuesto, representa un crecimiento pequeño respecto al contenido en el presupuesto de la actual vigencia. El gasto social es la mejor vía para llegar a los sectores más pobres de la población, con altos índices de necesidades básicas insatisfechas. Por esto, no se deben agotar en esta etapa de la discusión y aprobación del proyecto de ley de presupuesto las posibilidades de explorar alternativas para introducir ajustes a la distribución del gasto propuesta por el gobierno, de manera similar a los realizados para el presupuesto de la actual vigencia fiscal.

Queremos resaltar también la importancia, además de la urgencia que existe en los actuales momentos, de privilegiar el gasto en sectores críticos y con un alto contenido social. Esto es precisamente lo que los ponentes queremos defender e impulsar. Es necesario que el Estado entre decididamente a proveer soluciones efectivas a la población más pobre

y vulnerable, en un período de la historia del país particularmente difícil y que, por lo mismo, requiere de todo el apoyo del Estado que contribuya a revertir la tendencia que está llevando a una parte importante de nuestros compatriotas a la pobreza y a la miseria por falta de oportunidades para construir un futuro digno. El desempleo y los fenómenos de desplazamiento generados por la violencia constituyen una tragedia nacional que el Estado y sus autoridades deben tratar como tal de la manera más urgente. En este punto no debe haber excusas: Se trata de la supervivencia de la Nación como tal.

5. Financiación del presupuesto del año 2002

Un presupuesto de la Nación con egresos por \$58.0 billones cuya financiación con ingresos corrientes de la Nación es de \$28.7 billones, esto es, el 49.5% del total, sigue mostrando el problema fundamental que afecta las finanzas públicas que no es otro que la presencia de un presupuesto que se encuentra por encima de la capacidad del Gobierno para pagar sus obligaciones mediante el uso de recursos generados por su propia actividad.

Así, de la totalidad de los recursos con los que el Gobierno espera financiar su propio presupuesto, un 46.2% corresponde a recursos de capital, situación muy diferente a la de los establecimientos públicos en que sólo un 8.5% de su presupuesto se financia mediante estos recursos. La composición de las fuentes de financiamiento se muestra a continuación.

CUADRO NUMERO 4

Financiamiento 2002	\$ billones	Participación %	Composición %
Ingresos de la Nación	58.0	92.5	100.0
Ingresos corrientes	28.7	45.8	49.5
Recursos parafiscales y fondos especiales	2.5	4.0	4.3
Recursos de capital	26.8	42.7	46.2
Recursos propios de los EPN	4.7	7.5	100.0
Ingresos Corrientes	2.7	4.3	57.4
Recursos Parafiscales	1.6	2.6	34.0
Recursos Capital	0.4	0.6	8.5
Total	62.7	100.0	

Fuente: Dirección General del Presupuesto Público Nacional.

En efecto, un poco menos del 54.0% de los recursos disponibles de la Nación corresponde a ingresos permanentes, esto es, ingresos corrientes y rentas parafiscales y otros fondos especiales, en donde las cuentas del gobierno para el 2002 ya incluye en los ingresos corrientes el efecto de la reciente reforma tributaria. Esto resalta el débil comportamiento de estas fuentes de financiación en los últimos años. Los ingresos corrientes constituían el 11.0% del PIB en 1997 y se espera que sean el 13.4% del PIB en el año 2002, incluyendo la reforma tributaria aprobada en la Ley 633 de 2000.

Casi la otra mitad de las fuentes de financiación del presupuesto de la Nación (46.2%) provienen del endeudamiento y de otros ingresos esporádicos que, como es conocido, tienden a desaparecer o a disminuir con el tiempo o, más habitual, tienen un efecto por una sola vez, como cuando se privatiza una empresa del Estado o se enajenan sus activos.

En conjunto, los recursos de capital de la Nación ascienden a \$26.8 billones, que representan el 46.2% del presupuesto de la Nación y equivalen al 12.5% del PIB. Tales recursos se componen de desembolsos de crédito, \$23.7 billones, y de otros recursos de capital previstos en el Plan Financiero, \$3.1 billones. Respecto a la financiación del presupuesto mediante endeudamiento, tanto interno como externo, éste pasó de representar el 7.1 % del PIB en 1997 y se espera que llegue al 11.0% del PIB durante el año 2002.

Los desembolsos de crédito por \$23.7 billones se distribuyen así: \$9.3 billones de crédito externo y \$14.4 billones de crédito interno. La distribución de los primeros proviene de la emisión y colocación de bonos en el exterior por \$3.0 billones y de los desembolsos generados en la contratación de créditos con la banca multilateral, la banca comercial y la banca oficial y de gobiernos por \$6.3 billones, incluyendo el prefindeamiento efectuado durante el presente año. A su vez, los recursos del

crédito interno por \$14.4 billones corresponden a colocaciones de TES en sus diferentes modalidades, \$13.9 billones, ya sea convenidas con entidades del sector público, emisiones a través de subastas o TES forzosos, de acuerdo con los excedentes de liquidez de los establecimientos públicos. El resto, esto es, \$460 mil millones, proviene de Títulos de Reducción de Deuda, TRD, establecidos en la Ley Marco de Vivienda, Ley 546 de 1999.

Los otros recursos de capital, \$3.1 billones, corresponden, en especial, a excedentes y rendimientos financieros. Estos recursos constituyen una fuente incierta e inestable de financiación, toda vez que dependen bien del resultado financiero que un establecimiento o una empresa registre al cierre de sus operaciones o bien de la liquidez con que cuente, que le permita obtener alguna rentabilidad. Esto, precisamente, constituye un argumento de peso para mejorar el sistema impositivo del país y para que el gobierno intensifique sus esfuerzos y mejore la calidad de su gestión tributaria. El gasto fundamental del Estado no puede seguir dependiendo de la incertidumbre de los ingresos.

IV. CONSIDERACIONES FINALES

Es de mencionar que el pasado 12 de septiembre el Ministro de Hacienda presentó a las Comisiones Económicas del Congreso una carta de modificaciones al proyecto de 2002 por valor de \$183 mil millones que se destinarán a proyectos de la Presidencia y del Ministerio de Agricultura. También se aprobaron proposiciones del Congreso por \$44 mil millones adicionales para inversión. Con estas modificaciones, las Comisiones Económicas del Senado y de la Cámara de Representantes aprobaron el monto definitivo del presupuesto de gastos por valor de \$62.910.550.238.075, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 56 del Estatuto Orgánico del Presupuesto.

Al rendir ponencia al proyecto de presupuesto para la vigencia fiscal del año 2002, lo hacemos con el convencimiento de que el Congreso cumplirá con la responsabilidad política de dotar al Estado de los recursos necesarios para atender los fines asignados en la Constitución y en la ley.

Por lo expuesto arriba y por cumplir el proyecto de ley inicial con los requisitos constitucionales y las normas orgánicas del presupuesto, nos permitimos proponer:

Dése primer debate al Proyecto de ley número 42 de 2001 Cámara y 56 de 2001 Senado, *por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2002*, por un monto de sesenta y dos billones novecientos diez mil quinientos cincuenta millones doscientos treinta y ocho mil setenta y cinco pesos moneda legal (\$62.910.550.238.075), incluyendo las modificaciones propuestas por los ponentes y la carta de modificaciones presentada por el Ministro de Hacienda y Crédito Público.

Ponentes:

Comisión Tercera Senado

Luis Guillermo Vélez Trujillo; (Coordinador).

Comisión Cuarta Senado

María el Socorro Bustamante, Carlos Augusto Celis Gutiérrez, Jorge Armando Mendieta Poveda; (Coordinadores).

Comisión Tercera Cámara

Emith Montilla Echavarría, Juan Manuel Corzo Román (Coordinadores)

Comisión Cuarta Cámara

Bernabé Celis Carrillo, Jorge Enrique Gómez Celis, Jorge Gerlein Echeverría; (Coordinador).

Los demás ponentes al Proyecto de ley número 42 de 2001 Cámara y 56 de 2001 Senado, *por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2002*.

Guillermo Zapata, Luis Elmer Arenas Parra, Jesús Puello Chamié, Camilo Sánchez, y hay otras firmas ilegibles.

PONENCIA PARA PRIMER DEBATE DEL PROYECTO DE LEY NUMERO 055 DE 2001

por medio de la cual se otorga hasta el 2% de los cupos de las universidades públicas a los estudiantes donde no haya universidades presenciales.

Honorables Congresistas.

El Proyecto de ley en estudio tiene como propósito fundamental otorgar a los estudiantes de las zonas más apartadas del país, donde no hay universidades, posibilidades reales de acceso a la formación profesional.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

En el Congreso cursó en primer y segundo debate; el Proyecto de ley 267 de 2000 Cámara, el cual es el antecedente más inmediato del proyecto de ley que hoy nos ocupa.

Durante su trámite se esgrimieron razones a favor del proyecto de ley referido, sin embargo, en esta oportunidad consideramos oportuno justificar el proyecto desde el punto de vista de la *pertinencia* para la región. Bajo esta visión, el proyecto de ley que ahora nos ocupa contribuye al desarrollo de las localidades y de las regiones respondiendo a sus exigencias de profesionalización. Precisamente, uno de los principios que rige la educación superior consiste en que es un factor del desarrollo, un “engranaje” importante en la conformación de la riqueza de los países, más que el capital y el trabajo, con redundancia clara en la productividad y el mejoramiento del nivel de autorreflexión de los ciudadanos de cada país. Esto hace que desempeñe un papel de primer orden en el desarrollo de los pueblos facilitando las posibilidades para su inserción en el escenario de la Globalización.

Los países que han logrado transformaciones profundas en el lapso de unas pocas décadas, como por ejemplo Corea del Sur, Hong Kong, Taiwan o Singapur, lo han logrado construyendo un “**Proyecto Nacional**” en torno a unas ideas centrales, como la sociedad deseada o el tipo de economía buscado, lo que les permitió movilizar el conjunto de la sociedad en la persecución de esos objetivos y en el logro de las metas que de allí se desprendían. Un primer paso para construir ese “proyecto nacional” en nuestro país se desprende del reconocimiento del potencial de las regiones y la educación es el primer paso.

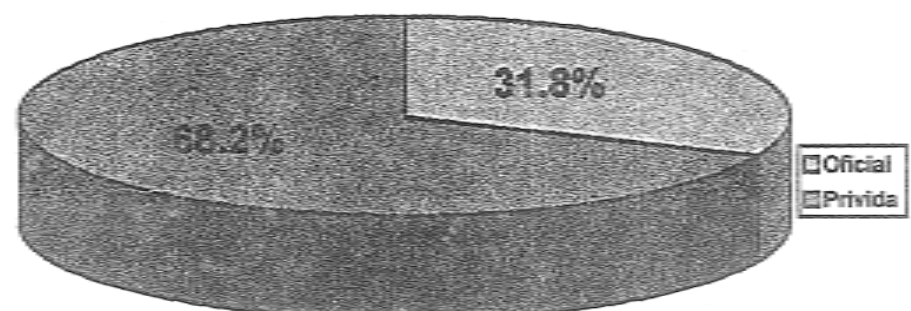
Colombia como nación multiétnica y pluricultural es también un mosaico de regiones con diferentes historias, usos, costumbres, tradiciones políticas y desarrollos universitarios, una respuesta universitaria a esta características, es la de una política agresiva de cobertura con destino hacia la periferia que permita a las regiones convertirse en generadoras de conocimiento o de aprendizaje, influyendo así en la dinámica de transformación académica de la educación superior.

El reconocimiento por parte del Congreso Nacional de dos (2%) por ciento de los cupos; de las universidades públicas para los bachilleres de los departamentos donde no haya universidades presenciales, constituye una proyección alentadora en la perspectiva de potenciar el progreso en las regiones con menor desarrollo del país.

LAS CIFRAS

En Colombia existe un creciente predominio del sector privado sobre el público, así por ejemplo del total de instituciones de educación superior el 70% corresponde al sector privado, mientras que el 30% corresponden al sector oficial.

Ese liderazgo, también se refleja en los estudiantes matriculados según el origen de la institución, así:



El número de estudiantes en el sector oficial es de 200.424 con un porcentaje de participación del 31.8% del total, mientras que en el sector privado el número de estudiantes es de 429.781 con un porcentaje de participación del 68.2 % del total.

Atendiendo precisamente este panorama tenemos que la participación de los bachilleres de los departamentos donde no hay universidades públicas se reduce considerablemente; pues sus posibilidades económicas corresponden a sus sitios de origen y son por lo regular muy distintos a la que se exige en las ciudades donde se agrupan en mayor medida las instituciones de educación superior.

CONSIDERACIONES JURIDICAS

La educación superior ha sido definida en la Ley 30 de 1992 como un servicio público cultural, inherente a la finalidad social del Estado.

El artículo 67 de la Carta Política, que constituye el pilar esencial de la educación advierte que, ésta “es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura”, para la adecuada formación del ciudadano.

Corresponde entonces al Estado garantizar el adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los estudiantes las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo. (Se subraya)

De acuerdo con el artículo 70 de la Constitución, “el Estado tiene el deber primordial de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional (...)”.

De otra parte, siendo el Icetex un establecimiento público del orden nacional, cuyo objetivo principal es el de fomentar y promover el desarrollo educativo y cultural de la Nación a través del crédito y de otras ayudas financieras a los estudiantes y sus familiares, resulta conforme con la ley, lo estipulado en el artículo 2° y 3° de ordenar a esa entidad el otorgamiento de créditos educativos en las condiciones más favorables a los estudiantes universitarios donde no haya universidades, así como la adopción de un reglamento especial para la adjudicación de dichos créditos. Porque al tenor de lo dispuesto en el inciso final del artículo 69 de la Carta, corresponde al Estado facilitar “mecanismos financieros que hagan posible el acceso de todas las personas aptas a la educación superior”.

Así mismo, el servicio público de educación ha sido definido por el mismo constituyente en el artículo 366 de la Carta Política, como gasto público social.

El principio de la autonomía universitaria es la capacidad de autodeterminación otorgada a las instituciones de educación superior para cumplir con la misión y objetivos que les son propios. Se trata en otras palabras de la posibilidad de darse su propia normatividad, estructura y concepción ideológica, con el fin de lograr un desarrollo autónomo e independiente de la comunidad educativa, sin la injerencia del poder político. Sin embargo, la autonomía universitaria no puede ser concebida como un derecho autónomo que puede desconocer las normas mínimas establecidas en la ley. Bajo esta perspectiva, el principio de la autonomía universitaria no es absoluto, pues no es ajeno a su entorno, o irresponsable frente a la sociedad y al Estado, ya que tiene por fundamento el desarrollo libre, singular e integral del individuo. Por eso encuentra sus límites en el orden público, el interés general y el bien común.

El proyecto de ley en estudio no constituye en manera alguna; ejercicio ilegítimo e irresponsable en contra de dicha autonomía, por el contrario la promueve. En primer lugar, porque involucra el desarrollo de los “Derechos” de los estudiantes donde no hay universidades, lo cual se coincide y corresponde con la concepción del principio de autonomía universitaria de derecho complejo. En segundo lugar, porque la autonomía universitaria y el derecho a la educación tienen una relación de medio a fin, en la que aquélla se concibe como el medio a través del cual se hace posible el libre acceso a los bienes y demás valores culturales, otorgando a la comunidad educativa la posibilidad de obtener el desarrollo integral de sus facultades intelectuales y artísticas, en la que la educación es el fin último.

Proposición

Dése primer debate al Proyecto de ley número 055 de 2001, *por medio de la cual se otorga hasta el 2% de los cupos de las universidades públicas a los estudiantes donde no haya universidades presenciales.*

Cordial Saludo,

María Teresa Uribe Benet, Ernesto Mesa A., Gustavo López Cortés,
Representantes a la Cámara.

TEXTO DEL PROYECTO DE LEY NUMERO 055 DE 2001

por medio de la cual se otorga hasta el 2% de los cupos de las universidades públicas a los estudiantes donde no haya universidades presenciales.

El Congreso de Colombia

DECRETA:

Artículo 1°. A los bachilleres de los departamentos donde no haya universidades presenciales, el Estado otorgará a través de las universidades públicas hasta el 2% de los cupos, los cuales serán seleccionados mediante un sistema de admisión especial reglamentado por las Universidades en un término no superior a tres meses después de la vigencia de la presente ley.

Artículo 2°. El Instituto Colombiano de Crédito educativo y Estudios Técnicos en el Exterior, Icetex, concederá de manera preferencial y bajo las condiciones más favorables créditos educativos a los estudiantes universitarios de los departamentos donde no haya universidades presenciales.

Parágrafo. El Icetex establecerá en el término de tres (3) meses contados a partir de la vigencia de la presente ley, un reglamento especial para la adjudicación de los créditos, teniendo en cuenta las circunstancias sociales, económicas y académicas de cada una de las regiones.

Artículo 3°. La presente ley rige a partir de la fecha de su sanción y promulgación.

María Teresa Uribe Benet, Ernesto Mesa A., Gustavo López Cortés,
Representantes a la Cámara.

* * *

PONENCIA PARA PRIMER DEBATE AL PROYECTO DE LEY ESTATUTARIA NUMERO 074 DE 2001 CAMARA

por medio de la cual se garantiza el procedimiento de inscripción y de elección para ciudadanos ilegalmente privados de la libertad y se dictan otras disposiciones. Autores: honorables Senadores *Salomón Náder Náder*, y el honorable Senador *Reginaldo Enrique Montes Alvarez*, acumulado al Proyecto de ley estatutaria número 075 de 2001 Cámara, *por medio de la cual se modifican algunos artículos del Código Nacional Electoral, Decreto 2241 de 1986 y otras disposiciones.*

Autor: honorables Representante *William Darío Sicachá Gutiérrez.*

Bogotá, D. C., 12 de septiembre de 2001

Doctor

DIEGO OSORIO ANGEL

Secretario

Comisión Primera Constitucional Permanente

Honorable Cámara de Representantes

Ciudad

Referencia: Proyecto de ley estatutaria número 074 de 2001 Cámara, *por medio de la cual se garantiza el procedimiento de inscripción y de elección para ciudadanos ilegalmente privados de la libertad y se dictan otras disposiciones.* autores: honorable Senador *Salomón Náder Náder*, y el honorable Representante *Reginaldo Enrique Montes Alvarez*, acumulado al Proyecto de ley estatutaria número 075 de 2001 Cámara, *por medio de la cual se modifican algunos artículos del Código Nacional Electoral, Decreto 2241 de 1986 y otras disposiciones.* Autor: honorables Representante *William Darío Sicachá Gutiérrez.*

Distinguido doctor:

Con base en lo dispuesto en el artículo 156 de la Ley 5ª de 1992, para los fines pertinentes de su competencia remitimos a usted original y dos

copias impresas y copia en disquete, del informe de ponencia para primer debate en Cámara, del asunto de la referencia.

Cordialmente,

José Darío Salazar Cruz, Joaquín José Vives Pérez,
Ponentes.

PONENCIA PARA PRIMER DEBATE AL PROYECTO DE LEY ESTATUTARIA NUMERO 074 DE 2001 CAMARA

por medio de la cual se garantiza el procedimiento de inscripción y de elección para ciudadanos ilegalmente privados de la libertad y se dictan otras disposiciones. Autores: honorable Senador *Salomón Náder Náder*, y el honorable Representante *Reginaldo Enrique Montes Alvarez*, acumulado al Proyecto de ley estatutaria número 075 de 2001 Cámara, *por medio de la cual se modifican algunos artículos del Código Nacional Electoral, Decreto 2241 de 1986 y otras disposiciones.*

Autor: honorables Representante *William Darío Sicachá Gutiérrez*.
Bogotá D. C., 12 de septiembre de 2001

Doctora

JUANA YOLANDA BAZAN ACHURY

Presidenta

Comisión Primera Permanente Constitucional

Honorable Cámara de Representantes

Ciudad.

Referencia: Proyecto de ley estatutaria número 074 de 2001 Cámara, *por medio de la cual se garantiza el procedimiento de inscripción y de elección para ciudadanos ilegalmente privados de la libertad y se dictan otras disposiciones.* Autores: honorable Senador *Salomón Náder Náder*, y el honorable Representante *Reginaldo Enrique Montes Alvarez*, acumulado al Proyecto de ley estatutaria número 075 de 2001 Cámara, *por medio de la cual se modifican algunos artículos del Código Nacional Electoral, Decreto 2241 de 1986 y otras disposiciones.* Autor: honorables Representante *William Darío Sicachá Gutiérrez*.

Distinguida doctora:

En virtud de la honrosa designación que nos hiciera la Mesa Directiva, y estando dentro del término legal, nos permitimos presentar el Informe de Ponencia para Primer Debate a los proyectos acumulados de leyes estatutarias, de la referencia, el cual desarrollaremos de la siguiente forma:

1. Antecedentes

Tal como lo señalan los autores de las iniciativas legislativas objeto de estudio, en las correspondientes exposiciones de motivos, se hace necesario que en el Estado Social de Derecho se expida un marco normativo excepcional, que garantice los derechos fundamentales de las personas para participar en la actividad política (elegir y ser elegido), a pesar de que algunas de ellas hayan sido o llegaren a ser privadas ilegalmente de la libertad, para impedirles su participación en el libre juego democrático.

A la radicación de las iniciativas legislativas se encontraban privados de la libertad 3 congresistas (un Senador y dos Representantes). Desde el 29 de agosto del 2001, fecha de radicación de los proyectos, hasta la fecha en que se rinde esta ponencia (12 de septiembre del presente año), un Representante fue asesinado y otra honorable Representante fue secuestrada (ilegalmente privada de la libertad). Por tal motivo se hace necesario dotar al Estado de un estatuto que garantice la inscripción de todos aquellos ciudadanos que se encuentran privados ilegalmente de la libertad, al momento de realizar la inscripción correspondiente, para acceder a los cargos de elección popular (presidencia, vicepresidencia, gobernadores, alcaldes, congresistas, diputados, concejales y ediles).

2. Precisiones sobre la acumulación

Conforme al artículo 154 de la Ley 5ª de 1992, los suscritos ponentes nos permitimos precisar que ambos proyectos guardan una gran similitud en cuanto al objetivo general del Estado Social de Derecho (garantizar el cumplimiento y pleno ejercicio, a toda persona, a todo ciudadano, de los derechos fundamentales establecidos en nuestro ordenamiento superior).

Sin embargo, encontramos que el Proyecto de Ley Estatutaria número 075 de 2001 Cámara, en su articulado, se refiere únicamente a las

corporaciones públicas de elección popular (Congreso, asambleas, concejos y ediles), dejando por fuera a los demás cargos de elección popular (presidente, vicepresidente, alcaldes y gobernadores), como quiera que se trataría de una Ley Estatutaria, por mandato constitucional y del reglamento interno del Congreso, antes de ser sancionada se exige la previa revisión de constitucionalidad por parte de la honorable Corte competente y en tal caso habría la posibilidad de una declaratoria de inexecutable, al violar el principio de igualdad, por limitar su alcance solamente a algunos cargos de elección popular.

Del Proyecto de ley número 075 de 2001 Cámara, retomamos la propuesta del artículo 3º que busca garantizar la no necesidad de la toma de posesión, para adquirir el fuero de la representación y por ende todos los derechos inherentes al cargo, para el caso de quien habiendo sido elegido popularmente, se encuentre privado ilegalmente de la libertad, coartando su derecho a tomar posesión propia de su cargo. Igualmente propende garantizar la no aplicación de vacancias temporales ni absolutas, para los casos anteriormente señalados.

En virtud de lo anteriormente expuesto, recomendamos a la Comisión Primera Constitucional de la Cámara de Representantes, acoger el texto para primer debate, formulado en los proyectos de Ley Estatutaria números 074 y 075 de 2001 Cámara, acumulados, por cuanto no establece excepciones ni limita el alcance de la ley a favor de determinados cargos de elección popular. Además consagra unos mecanismos tendientes a garantizar el derecho a la defensa en aquellos casos en que se pudieren presentar acciones de nulidad electoral en contra de los elegidos al amparo de la presente ley.

3. Proposición

Honorables Representantes de la Comisión Primera Constitucional Permanente:

Con base en las consideraciones anteriormente planteadas, respetuosamente solicitamos se dé primer debate favorable, junto con el pliego de modificaciones propuesto, a los proyectos de Ley Estatutaria números 074 de 2001 y 075 de 2001 de Cámara, acumulados *por medio de la cual se garantiza el procedimiento de inscripción y de elección para ciudadanos ilegalmente privados de la libertad y se dictan otras disposiciones, y por medio del cual se modifican algunos artículos del Código Nacional Electoral, Decreto número 2241-86 y se dictan otras disposiciones,* con el articulado adjunto en el pliego de modificaciones:

Cordialmente,

José Darío Salazar Cruz, Joaquín José Vives Pérez,
Ponentes.

PLIEGO DE MODIFICACIONES A LOS PROYECTOS DE LEY ESTATUTARIA NUMEROS 074 Y 075 DE 2001 CAMARA, ACUMULADOS

por medio de la cual se reglamenta la inscripción, elección y posesión de ciudadanos que se encuentren secuestrados.

El Congreso de Colombia

DECRETA:

Artículo 1º. Quienes ilegalmente se encuentren privados de su libertad y por tal razón, dentro de los términos establecidos, no pudieran personalmente suscribir su inscripción como candidatos para cargos de elección popular, podrán ser postulados e inscritos conforme a los procedimientos señalados en el artículo noveno (9) de la Ley 130 de 1994.

Artículo 2º. El representante legal del partido, movimiento político o social al cual pertenezca el aspirante desaparecido, autorizará mediante escrito dirigido al funcionario electoral competente a la persona encargada de firmar la inscripción, a que se refiere el artículo 1º de la presente ley.

Artículo 3º. Para que legalmente proceda la postulación e inscripción de la cual trata el artículo anterior, únicamente deberá acreditarse copia simple de la denuncia previa elevada ante autoridad competente, en la cual conste la desaparición material del ciudadano a inscribir como candidato, formulada por cualquier persona que tuviere conocimiento del hecho.

Artículo 4°. En la eventualidad de acciones de nulidad electoral en contra de quienes sean elegidos conforme a lo señalado en la presente ley, mientras el demandado no haya recuperado su libertad, la legitimidad de la defensa de los derechos del mismo, durante todo el proceso, recaerá en el Representante Legal del Partido Político, del Movimiento Político o del Grupo de Ciudadanos que hayan efectuado la inscripción, para lo cual éste último podrá ser representado mediante apoderado, con arreglo a los procedimientos legales vigentes.

Artículo 5°. En caso de secuestro no es necesario la toma de posesión para adquirir el fuero de la representación y por ende todos los derechos inherentes al cargo.

Artículo 6°. Durante el tiempo que permanezca desaparecido el elegido y que corresponda al periodo para el cual se eligió, los Salarios, Prestaciones y demás emolumentos que legalmente le correspondan, serán efectivamente cobrados por quienes acrediten ser sus beneficiarios de ley.

Artículo 7°. La presente ley rige a partir de su promulgación y modifica en lo pertinente a las disposiciones que le sean contrarias.

Cordialmente,

José Darío Salazar Cruz, Joaquín José Vives Pérez,
Ponentes.

* * *

PONENCIA PARA PRIMER DEBATE AL PROYECTO DE LEY NUMERO 98 DE 2000 SENADO, 142 DE 2001 CAMARA

por medio de la cual se aprueba la Convención sobre la Protección Física de Materiales Nucleares, firmada en Viena y Nueva York el tres de marzo de 1980.

Honorables Representantes:

Antes de adentrarnos en el análisis de la **convención** materia del proyecto de ley de la referencia quiero transcribir un pequeño bosquejo de lo que es la energía nuclear, como ha sido su desarrollo desde los inicios de su descubrimiento, su aplicación en la producción de energía eléctrica, el peligro de los residuos nucleares, los mecanismos de seguridad para su almacenamiento y otras situaciones que ustedes en la lectura de esta introducción sabrán descubrir.

Energía nuclear, energía liberada durante la fisión o fusión de núcleos atómicos. Las cantidades de energía que pueden obtenerse mediante procesos nucleares superan con mucho a las que pueden lograrse mediante procesos químicos, que sólo implican las regiones externas del átomo.

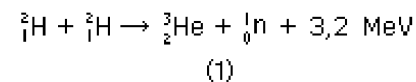
La energía de cualquier sistema, ya sea físico, químico o nuclear, se manifiesta por su capacidad de realizar trabajo o liberar calor o radiación. La energía total de un sistema siempre se conserva, pero puede transferirse a otro sistema o convertirse de una forma a otra.

Hasta el siglo XIX, el principal combustible era la leña, cuya energía procede de la energía solar acumulada por las plantas. Desde la Revolución Industrial, los seres humanos dependen de los combustibles fósiles –carbón o petróleo–, que también constituyen energía solar almacenada. Cuando se quema un combustible fósil como el carbón, los átomos de hidrógeno y carbono que lo constituyen se combinan con los átomos de oxígeno del aire; se produce agua y dióxido de carbono y se libera calor, unos 1,6 kilovatios hora por kilogramo de carbón, o unos 10 electrovoltios (eV) por átomo de carbono. Esta cantidad de energía es típica de las reacciones químicas que corresponden a cambios en la estructura electrónica de los átomos. Parte de la energía liberada como calor mantiene el combustible adyacente a una temperatura suficientemente alta para que la reacción continúe.

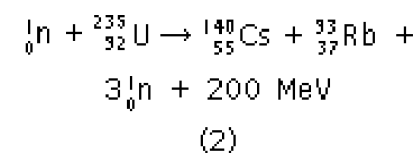
El átomo. El átomo está formado por un pequeño núcleo, cargado positivamente, rodeado de electrones. El núcleo, que contiene la mayor parte de la masa del átomo, está compuesto a su vez de neutrones y protones, unidos por fuerzas nucleares muy intensas, mucho mayores que las fuerzas eléctricas que ligan los electrones al núcleo. El número másico A de un núcleo expresa el número de nucleones (neutrones y protones) que contiene; el número atómico Z es el número de protones, partículas con carga positiva. Los núcleos se designan como ${}_Z^A X$; por ejemplo, la expresión ${}_{92}^{235}U$ representa el uranio 235. Véase Isótopo.

La energía de enlace de un núcleo mide la intensidad con que las fuerzas nucleares mantienen ligados a los protones y neutrones. La energía de enlace por nucleón, es decir, la energía necesaria para separar del núcleo un neutrón o un protón, depende del número másico. La curva de las energías de enlace (ver tabla *Energía de enlace nuclear*) implica que si dos núcleos ligeros, que ocupan posiciones muy bajas en la tabla, se fusionan para formar un núcleo de mayor peso (o si un núcleo pesado, que ocupa posiciones muy altas en la tabla, se divide en dos de menor peso), los núcleos resultantes están ligados con más fuerza, por lo que se libera energía.

La fusión de dos núcleos ligeros libera millones de electrovoltios (MeV), como ocurre cuando dos núcleos de hidrógeno pesado o deuterones (2H) se combinan según la reacción



para producir un núcleo de helio 3, un neutrón libre (${}_0^1n$) y 3,2 MeV, o $5,1 \times 10^{-13}$ julios (J). También se libera energía nuclear cuando se induce la fisión de un núcleo pesado como el ${}^{235}U$ mediante la absorción de un neutrón, como en la reacción



que produce cesio 140, rubidio 93, tres neutrones y 200 MeV, o $3,2 \times 10^{-11}$ J. Una reacción de fisión nuclear libera una energía 10 millones de veces mayor que una reacción química típica. Véase Física nuclear.

Energía Nuclear de Fisión. Las dos características fundamentales de la fisión nuclear en cuanto a la producción práctica de energía nuclear resultan evidentes en la ecuación (2) expuesta anteriormente. En primer lugar, la energía liberada por la fisión es muy grande. La fisión de 1 kg de uranio 235 libera 18,7 millones de kilovatios hora en forma de calor. En segundo lugar, el proceso de fisión iniciado por la absorción de un neutrón en el uranio 235 libera un promedio de 2,5 neutrones en los núcleos fisionados. Estos neutrones provocan rápidamente la fisión de varios núcleos más, con lo que liberan otros cuatro o más neutrones adicionales e inician una serie de fisiones nucleares automantenidas, una reacción en cadena que lleva a la liberación continuada de energía nuclear.

El uranio presente en la naturaleza sólo contiene un 0,71% de uranio 235; el resto corresponde al isótopo no fisionable uranio 238. Una masa de uranio natural, por muy grande que sea, no puede mantener una reacción en cadena, porque sólo el uranio 235 es fácil de fisionar. Es muy improbable que un neutrón producido por fisión, con una energía inicial elevada de aproximadamente 1 MeV, inicie otra fisión, pero esta probabilidad puede aumentarse cientos de veces si se frena el neutrón a través de una serie de colisiones elásticas con núcleos ligeros como hidrógeno, deuterio o carbono. En ello se basa el diseño de los reactores de fisión empleados para producir energía.

En diciembre de 1942, en la Universidad de Chicago, EE.UU., el físico italiano Enrico Fermi logró producir la primera reacción nuclear en cadena. Para ello empleó un conjunto de bloques de uranio natural distribuidos dentro de una gran masa de grafito puro (una forma de carbono). En la ‘pila’ o reactor nuclear de Fermi, el ‘moderador’ de grafito frenaba los neutrones y hacía posible la reacción en cadena.

Reactores de energía nuclear. Los primeros reactores nucleares a gran escala se construyeron en 1944 en Hanford, en el estado de Washington, EE.UU., para la producción de material para armas nucleares. El combustible era uranio natural; el moderador, grafito. Estas plantas producían plutonio mediante la absorción de neutrones por parte del uranio 238; el calor generado no se aprovechaba.

Reactores de agua ligera y pesada. En todo el mundo se han construido diferentes tipos de reactores (caracterizados por el combustible, moderador y refrigerante empleados) para la producción de energía eléctrica. Por ejemplo, en Estados Unidos, con pocas excepciones, los reactores para la producción de energía emplean como

combustible nuclear óxido de uranio isotópicamente enriquecido, con un 3% de uranio 235. Como moderador y refrigerante se emplea agua normal muy purificada. Un reactor de este tipo se denomina reactor de agua ligera (RAL).

En el reactor de agua a presión (RAP), una versión del sistema RAL, el refrigerante es agua a una presión de unas 150 atmósferas. El agua se bombea a través del núcleo del reactor, donde se calienta hasta unos 325 °C. El agua sobrecalentada se bombea a su vez hasta un generador de vapor, donde a través de intercambiadores de calor calienta un circuito secundario de agua, que se convierte en vapor. Este vapor propulsa uno o más generadores de turbinas que producen energía eléctrica, se condensa, y es bombeado de nuevo al generador de vapor. El circuito secundario está aislado del agua del núcleo del reactor, por lo que no es radiactivo. Para condensar el vapor se emplea un tercer circuito de agua, procedente de un lago, un río o una torre de refrigeración. La vasija presurizada de un reactor típico tiene unos 15 m de altura y 5 m de diámetro, con paredes de 25 cm de espesor. El núcleo alberga unas 80 toneladas de óxido de uranio, contenidas en tubos delgados resistentes a la corrosión y agrupados en un haz de combustible.

En el reactor de agua en ebullición (RAE), otro tipo de RAL, el agua de refrigeración se mantiene a una presión algo menor, por lo que hierve dentro del núcleo. El vapor producido en la vasija presurizada del reactor se dirige directamente al generador de turbinas, se condensa y se bombea de vuelta al reactor. Aunque el vapor es radiactivo, no existe un intercambiador de calor entre el reactor y la turbina, con el fin de aumentar la eficiencia. Igual que en el RAP, el agua de refrigeración del condensador procede de una fuente independiente, como un lago o un río.

El nivel de potencia de un reactor en funcionamiento se mide constantemente con una serie de instrumentos térmicos, nucleares y de flujo. La producción de energía se controla insertando o retirando del núcleo un grupo de barras de control que absorben neutrones. La posición de estas barras determina el nivel de potencia en el que la reacción en cadena se limita a automantenerse.

Durante el funcionamiento, e incluso después de su desconexión, un reactor grande de 1.000 megavatios (MW) contiene una radiactividad de miles de millones de curios. La radiación emitida por el reactor durante su funcionamiento y por los productos de la fisión después de la desconexión se absorbe mediante blindajes de hormigón de gran espesor situados alrededor del reactor y del sistema primario de refrigeración. Otros sistemas de seguridad son los sistemas de emergencia para refrigeración de este último, que impiden el sobrecalentamiento del núcleo en caso de que no funcionen los sistemas de refrigeración principales. En la mayoría de los países también existe un gran edificio de contención de acero y hormigón para impedir la salida al exterior de elementos radiactivos que pudieran escapar en caso de una fuga.

Aunque al principio de la década de 1980 había 100 centrales nucleares en funcionamiento o en construcción en Estados Unidos, tras el accidente de Three Mile Island (ver más adelante) la preocupación por la seguridad y los factores económicos se combinaron para bloquear el crecimiento de la energía nuclear. Desde 1979, no se han encargado nuevas centrales nucleares en Estados Unidos y no se ha permitido el funcionamiento de algunas centrales ya terminadas. En 1990, alrededor del 20% de la energía eléctrica generada en Estados Unidos procedía de centrales nucleares, mientras que este porcentaje es casi del 75% en Francia.

En el período inicial del desarrollo de la energía nuclear, en los primeros años de la década de 1950, sólo disponían de uranio enriquecido Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Por ello, los programas de energía nuclear de Canadá, Francia y Gran Bretaña se centraron en reactores de uranio natural, donde no puede emplearse como moderador agua normal porque absorbe demasiados neutrones. Esta limitación llevó a los ingenieros canadienses a desarrollar un reactor enfriado y moderado por óxido de deuterio (D_2O), también llamado agua pesada. El sistema de reactores canadienses de deuterio-uranio (CANDU), empleado en 20 reactores, ha funcionado satisfactoriamente, y se han construido centrales similares en la India, Argentina y otros países.

En Gran Bretaña y Francia, los primeros reactores de generación de energía a gran escala utilizaban como combustible barras de metal de uranio natural, moderadas por grafito y refrigeradas por dióxido de carbono (CO_2) gaseoso a presión. En Gran Bretaña, este diseño inicial fue sustituido por un sistema que emplea como combustible uranio enriquecido. Más tarde se introdujo un diseño mejorado de reactor, el llamado reactor avanzado refrigerado por gas (RAG). En la actualidad, la energía nuclear representa casi una cuarta parte de la generación de electricidad en el Reino Unido. En Francia, el tipo inicial de reactor se reemplazó por el RAP de diseño estadounidense cuando las plantas francesas de enriquecimiento isotópico empezaron a proporcionar uranio enriquecido. Rusia y los otros Estados de la antigua URSS tienen un amplio programa nuclear, con sistemas moderados por grafito y RAP. A principios de la década de 1990, estaban en construcción en todo el mundo más de 120 nuevas centrales nucleares.

En España, la tecnología adoptada en los reactores de las centrales nucleares es del tipo de agua ligera; sólo la central de Vandellòs tiene reactor de grafito refrigerado con CO_2 .

Reactores de propulsión. Para la propulsión de grandes buques de superficie, como el portaaviones estadounidense *Nimitz*, se emplean reactores nucleares similares al RAP. La tecnología básica del sistema RAP fue desarrollada por primera vez en el programa estadounidense de reactores navales dirigido por el almirante Hyman George Rickover. Los reactores para propulsión de submarinos suelen ser más pequeños y emplean uranio muy enriquecido para que el núcleo pueda ser más compacto. Estados Unidos, Gran Bretaña, Rusia y Francia disponen de submarinos nucleares equipados con este tipo de reactores.

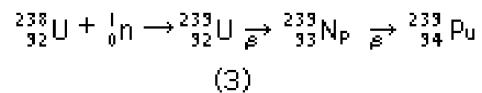
Estados Unidos, Alemania y Japón utilizaron durante periodos limitados tres cargueros oceánicos experimentales con propulsión nuclear. Aunque tuvieron éxito desde el punto de vista técnico, las condiciones económicas y las estrictas normas portuarias obligaron a suspender dichos proyectos. Los soviéticos construyeron el primer rompehielos nuclear, el *Lenin*, para emplearlo en la limpieza de los pasos navegables del Artico.

Reactores de investigación. En muchos países se han construido diversos reactores nucleares de pequeño tamaño para su empleo en formación, investigación o producción de isótopos radiactivos. Estos reactores suelen funcionar con niveles de potencia del orden de 1 MW, y es más fácil conectarlos y desconectarlos que los reactores más grandes utilizados para la producción de energía.

Una variedad muy empleada es el llamado reactor de piscina. El núcleo está formado por material parcial o totalmente enriquecido en uranio 235, contenido en placas de aleación de aluminio y sumergido en una gran piscina de agua que sirve al mismo tiempo de refrigerante y de moderador. Pueden colocarse sustancias directamente en el núcleo del reactor o cerca de éste para ser irradiadas con neutrones. Con este reactor pueden producirse diversos isótopos radiactivos para su empleo en medicina, investigación e industria (véase Isótopo trazador). También pueden extraerse neutrones del núcleo del reactor mediante tubos de haces, para utilizarlos en experimentos.

Reactores autorregenerativos. Existen yacimientos de uranio, la materia prima en la que se basa la energía nuclear, en diversas regiones del mundo. No se conoce con exactitud sus reservas totales, pero podrían ser limitadas a no ser que se empleen fuentes de muy baja concentración, como granitos y esquistos. Un sistema ordinario de energía nuclear tiene un periodo de vida relativamente breve debido a su muy baja eficiencia en el uso del uranio: sólo aprovecha aproximadamente el 1% del contenido energético del uranio.

La característica fundamental de un 'reactor autorregenerativo' es que produce más combustible del que consume. Lo consigue fomentando la absorción de los neutrones sobrantes por un llamado material fértil. Existen varios sistemas de reactor autorregenerativo técnicamente factibles. El que más interés ha suscitado en todo el mundo emplea uranio 238 como material fértil. Cuando el uranio 238 absorbe neutrones en el reactor, se convierte en un nuevo material fisionable, el plutonio, a través de un proceso nuclear conocido como desintegración β (beta). La secuencia de las reacciones nucleares es la siguiente:



En la desintegración beta, un neutrón del núcleo se desintegra para dar lugar a un protón y una partícula beta.

Cuando el plutonio 239 absorbe un neutrón, puede producirse su fisión, y se libera un promedio de unos 2,8 neutrones. En un reactor en funcionamiento, uno de esos neutrones se necesita para producir la siguiente fisión y mantener en marcha la reacción en cadena. Una media o promedio de 0,5 neutrones se pierden por absorción en la estructura del reactor o el refrigerante. Los restantes 1,3 neutrones pueden ser absorbidos por el uranio 238 para producir más plutonio a través de las reacciones indicadas en la ecuación (3).

El sistema autorregenerativo a cuyo desarrollo se ha dedicado más esfuerzo es el llamado reactor autorregenerativo rápido de metal líquido (RARML). Para maximizar la producción de plutonio 239, la velocidad de los neutrones que causan la fisión debe mantenerse alta, con una energía igual o muy poco menor que la que tenían al ser liberados. El reactor no puede contener ningún material moderador, como el agua, que pueda frenar los neutrones. El líquido refrigerante preferido es un metal fundido como el sodio líquido. El sodio tiene muy buenas propiedades de transferencia de calor, funde a unos 100 °C y no hierve hasta unos 900 °C. Sus principales desventajas son su reactividad química con el aire y el agua y el elevado nivel de radiactividad que se induce en el sodio dentro del reactor.

En Estados Unidos, el desarrollo del sistema RARML comenzó antes de 1950, con la construcción del primer reactor autorregenerativo experimental, el llamado EBR-1. Un programa estadounidense más amplio en el río Clinch fue cancelado en 1983, y sólo se ha continuado el trabajo experimental. En Gran Bretaña, Francia, Rusia y otros Estados de la antigua URSS funcionan reactores autorregenerativos, y en Alemania y Japón prosiguen los trabajos experimentales.

En uno de los diseños para una central RARML de gran tamaño, el núcleo del reactor está formado por miles de tubos delgados de acero inoxidable que contienen un combustible compuesto por una mezcla de óxido de plutonio y uranio: un 15 o un 20% de plutonio 239 y el resto uranio. El núcleo está rodeado por una zona llamada capa fértil, que contiene barras similares llenas exclusivamente de óxido de uranio. Todo el conjunto de núcleo y capa fértil mide unos 3 m de alto por unos 5 m de diámetro, y está montado en una gran vasija que contiene sodio líquido que sale del reactor a unos 500 °C. Esta vasija también contiene las bombas y los intercambiadores de calor que ayudan a eliminar calor del núcleo. El vapor se genera en un circuito secundario de sodio, separado del circuito de refrigeración del reactor (radiactivo) por los intercambiadores de calor intermedios de la vasija del reactor. Todo el sistema del reactor nuclear está situado dentro de un gran edificio de contención de acero y hormigón.

La primera central a gran escala de este tipo empleada para la generación de electricidad, la llamada Super-Phénix, comenzó a funcionar en Francia en 1984. En las costas del mar Caspio se ha construido una central de escala media, la BN-600, para producción de energía y desalinización de agua. En Escocia existe un prototipo de gran tamaño con 250 megavatios.

El RARML produce aproximadamente un 20% más de combustible del que consume. En un reactor grande, a lo largo de 20 años se produce suficiente combustible para cargar otro reactor de energía similar. En el sistema RARML se aprovecha aproximadamente el 75% de la energía contenida en el uranio natural, frente al 1% del RAL.

Combustibles y residuos nucleares. Los combustibles peligrosos empleados en los reactores nucleares presentan problemas para su manejo, sobre todo en el caso de los combustibles agotados, que deben ser almacenados o eliminados de alguna forma.

El ciclo del combustible nuclear. Cualquier central de producción de energía eléctrica es sólo parte de un ciclo energético global. El ciclo del combustible de uranio empleado en los sistemas RAL es actualmente el más importante en la producción mundial de energía nuclear, y conlleva

muchas etapas. El uranio, con un contenido de aproximadamente el 0,7% de uranio 235, se obtiene en minas subterráneas o a cielo abierto. El mineral se concentra mediante trituración y se transporta a una planta de conversión, donde el uranio se transforma en el gas hexafluoruro de uranio (UF₆). En una planta de enriquecimiento isotópico por difusión, el gas se hace pasar a presión por una barrera porosa. Las moléculas que contienen uranio 235, más ligeras, atraviesan la barrera con más facilidad que las que contienen uranio 238. Este proceso enriquece el uranio hasta alcanzar un 3% de uranio 235. Los residuos, o uranio agotado, contienen aproximadamente el 0,3% de uranio 235. El producto enriquecido se lleva a una planta de fabricación de combustible, donde el gas UF₆ se convierte en óxido de uranio en polvo y posteriormente en bloques de cerámica que se cargan en barras de combustible resistentes a la corrosión. Estas barras se agrupan en elementos de combustible y se transportan a la central nuclear.

Un reactor de agua a presión típico de 1.000 MW tiene unos 200 elementos de combustible, de los que una tercera parte se sustituye cada año debido al agotamiento del uranio 235 y a la acumulación de productos de fisión que absorben neutrones. Al final de su vida, el combustible es enormemente radiactivo debido a los productos de fisión que contiene, por lo que sigue desprendiendo una cantidad de energía considerable. El combustible extraído se coloca en piscinas de almacenamiento llenas de agua situadas en las instalaciones de la central, donde permanece un año o más.

Al final del periodo de enfriamiento, los elementos de combustible agotados se envían en contenedores blindados a una instalación de almacenamiento permanente o a una planta de reprocesamiento químico, donde se recuperan el uranio no empleado y el plutonio 239 producido en el reactor, y se concentran los residuos radiactivos.

El combustible agotado todavía contiene casi todo el uranio 238 original, aproximadamente un tercio del uranio 235 y parte del plutonio 239 producido en el reactor. Cuando el combustible agotado se almacena de forma permanente, se desperdicia todo este contenido potencial de energía. Cuando el combustible se reprocesa, el uranio se recicla en la planta de difusión, y el plutonio 239 recuperado puede sustituir parcialmente al uranio 235 en los nuevos elementos de combustible.

En el ciclo de combustible del RARML, el plutonio generado en el reactor siempre se recicla para emplearlo como nuevo combustible. Los materiales utilizados en la planta de fabricación de elementos de combustible son uranio 238 reciclado, uranio agotado procedente de la planta de separación isotópica y parte del plutonio 239 recuperado. No es necesario extraer uranio adicional en las minas, puesto que las existencias actuales de las plantas de separación podrían suministrar durante siglos a los reactores autorregenerativos. Como estos reactores producen más plutonio 239 del que necesitan para renovar su propio combustible, aproximadamente el 20% del plutonio recuperado se almacena para su uso posterior en el arranque de nuevos reactores autorregenerativos.

El paso final en cualquiera de los ciclos de combustible es el almacenamiento a largo plazo de los residuos altamente radiactivos, que continúan presentando peligro para los seres vivos durante miles de años. Varias tecnologías parecen satisfactorias para el almacenamiento seguro de los residuos, pero no se han construido instalaciones a gran escala para demostrar el proceso. Los elementos de combustible pueden almacenarse en depósitos blindados y vigilados hasta que se tome una decisión definitiva sobre su destino, o pueden ser transformados en compuestos estables, fijados en material cerámico o vidrio, encapsulados en bidones de acero inoxidable y enterrados a gran profundidad en formaciones geológicas muy estables.

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

En la década de 1950 se pensó que la energía nuclear podía ofrecer un futuro de energía barata y abundante. La industria energética confiaba en que la energía nuclear sustituyera a los combustibles fósiles, cada vez más escasos, y disminuyera el coste de la electricidad. Los grupos preocupados por la conservación de los recursos naturales preveían una reducción de la contaminación atmosférica y de la minería a cielo abierto. La opinión pública era en general favorable a esta nueva fuente de energía, y esperaba que el uso de la energía nuclear pasara del terreno militar al civil. Sin embargo, después de esta euforia inicial, crecieron las reservas en torno a la energía nuclear a medida que se estudiaban más profundamente las cuestiones de seguridad nuclear y proliferación de armamento. En todos los países del mundo existen grupos opuestos a la energía nuclear, y las normas estatales se han hecho complejas y estrictas. Suecia, por ejemplo, pretende limitar su programa a unos 10 reactores. Austria ha cancelado su programa. En cambio, Gran Bretaña, Francia, Alemania y Japón siguen avanzando en este terreno.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) es el organismo encargado de velar en España por la seguridad nuclear y la protección radiológica. Informa sobre la concesión o retirada de autorizaciones, inspecciona la construcción, puesta en marcha y explotación de instalaciones nucleares o radiactivas, participa en la confección de planes de emergencia y promociona la realización de trabajos de investigación.

Riesgos radiológicos. Los materiales radiactivos emiten radiación ionizante penetrante que puede dañar los tejidos vivos. La unidad que suele emplearse para medir la dosis de radiación equivalente en los seres humanos es el milisievert. La dosis de radiación equivalente mide la cantidad de radiación absorbida por el organismo, corregida según la naturaleza de la radiación puesto que los diferentes tipos de radiación son más o menos nocivos. En el caso del Reino Unido, por ejemplo, cada individuo está expuesto a unos 2,5 milisieverts anuales por la radiación de fondo procedente de fuentes naturales. Los trabajadores de la industria nuclear están expuestos a unos 4,5 milisieverts (aproximadamente igual que las tripulaciones aéreas, sometidas a una exposición adicional a los rayos cósmicos). La exposición de un individuo a 5 sieverts suele causar la muerte. Una gran población expuesta a bajos niveles de radiación experimenta aproximadamente un caso de cáncer adicional por cada 10 sieverts de dosis equivalente total. Por ejemplo, si una población de 10.000 personas está expuesta a una dosis de 10 milisieverts por individuo, la dosis total será de 100 sieverts, por lo que habrá 10 casos de cáncer debidos a la radiación (además de los cánceres producidos por otras causas). Véase Efectos biológicos de la radiación.

En la mayoría de las fases del ciclo de combustible nuclear pueden existir riesgos radiológicos. El gas radón, radiactivo, es un contaminante frecuente en las minas subterráneas de uranio. Las operaciones de extracción y trituración del mineral producen grandes cantidades de material que contiene bajas concentraciones de uranio. Estos residuos tienen que ser conservados en fosas impermeables y cubiertos por una capa de tierra de gran espesor para evitar su liberación indiscriminada en la biosfera.

Las plantas de enriquecimiento de uranio y de fabricación de combustible contienen grandes cantidades de hexafluoruro de uranio (UF₆), un gas corrosivo. Sin embargo, el riesgo radiológico es menor, y las precauciones habituales que se toman con las sustancias químicas peligrosas bastan para garantizar la seguridad.

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

Durante el funcionamiento de una central nuclear, es inevitable que se liberen algunos materiales radiactivos. La exposición total de las personas que viven en sus proximidades suele representar un porcentaje muy

bajo de la radiación natural de fondo. Sin embargo, las principales preocupaciones se centran en la liberación de productos radiactivos causada por accidentes en los que se ve afectado el combustible y fallan los dispositivos de seguridad. El principal peligro para la integridad del combustible es un accidente de pérdida de refrigerante, en el que el combustible resulta dañado o incluso se funde. Los productos de fisión pasan al refrigerante, y si se rompe el sistema de refrigeración, los productos de fisión penetran en el edificio del reactor.

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

Accidentes en centrales nucleares. A pesar de las numerosas medidas de seguridad, en 1979 llegó a producirse un accidente en el RAP de Three Mile Island, cerca de Harrisburg (Pennsylvania, EE.UU.). Un error de mantenimiento y una válvula defectuosa llevaron a una pérdida de refrigerante. Cuando comenzó el accidente, el sistema de seguridad desconectó el reactor, y el sistema de emergencia para enfriamiento del núcleo empezó a funcionar poco tiempo después según lo prescrito. Pero entonces, como resultado de un error humano, el sistema de refrigeración de emergencia se desconectó, lo que provocó graves daños en el núcleo e hizo que se liberaran productos de fisión volátiles procedentes de la vasija del reactor. Aunque sólo una pequeña cantidad de gas radiactivo salió del edificio de contención (lo que llevó a un ligero aumento de los niveles de exposición en los seres humanos), los daños materiales en la instalación fueron muy grandes, de unos 1.000 millones de dólares o más, y la tensión psicológica a la que se vio sometida la población, especialmente las personas que vivían cerca de la central nuclear, llegó a ser muy grave en algunos casos.

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

Desde 1981, las cargas financieras impuestas por estas exigencias han hecho tan difícil la construcción y el funcionamiento de nuevas centrales nucleares que las compañías eléctricas de los estados de Washington, Ohio, New Hampshire e Indiana se vieron obligadas a abandonar centrales parcialmente terminadas después de gastar en ellas miles de millones de dólares. En 1988, se calculaba que el coste acumulado para la economía estadounidense por el cierre de esas centrales, sumado a la finalización de centrales con unos costes muy superiores a los inicialmente previstos, ascendía nada menos que a 100.000 millones de dólares.

El 26 de abril de 1986, otro grave accidente alarmó al mundo. Uno de los cuatro reactores nucleares soviéticos de Chernobil, a unos 130 km al norte de Kíev (en Ucrania), explotó y ardió. Según el informe oficial emitido en agosto, el accidente se debió a que los operadores del reactor realizaron unas pruebas no autorizadas. El reactor quedó fuera de control; se produjeron dos explosiones, la tapa del reactor saltó por los aires y el núcleo se inflamó y ardió a una temperatura de 1.500 °C. Las personas

más próximas al reactor recibieron una radiación unas 50 veces superior a la de Three Mile Island, y una nube de lluvia radiactiva se dirigió hacia el Oeste. La nube radiactiva se extendió por Escandinavia y el norte de Europa, según descubrieron observadores suecos el 28 de abril. A diferencia de la mayoría de los reactores de los países occidentales, el reactor de Chernobil carecía de edificio de contención. Una estructura semejante podría haber impedido que el material saliera del reactor. Murieron más de 30 personas y unas 135.000 fueron evacuadas en un radio de 1.600 kilómetros. La central fue sellada con hormigón; en 1988, sin embargo, los otros tres reactores de Chernobil ya estaban funcionando de nuevo.

En la central de Vandellòs I, situada en la provincia de Tarragona (España), y con un reactor de tipo grafito-gas, se produjo, el 19 de octubre de 1989, un accidente que se inició por un incendio en un edificio convencional de la central, que generó una serie sucesiva de fallos de sistemas. Pese a todo, se consiguió llevar la central a la situación de parada segura. No se produjo eliminación de CO₂ del circuito de refrigeración, ni se produjo daño alguno a las personas que intervinieron en el control de la central.

Reprocesamiento del combustible. La fase de reprocesamiento del combustible plantea diversos riesgos radiológicos. Uno de ellos es la emisión accidental de productos de fisión en caso de que se produzca una fuga en las instalaciones químicas y los edificios que las albergan. Otro podría ser la emisión rutinaria de niveles bajos de gases radiactivos inertes como el xenón o el criptón. Una planta de reprocesamiento llamada THORP (acrónimo inglés de Planta Térmica de Reprocesamiento de Óxido) ha empezado a funcionar en Sellafield, en la región de Cumbria (Gran Bretaña). Esta planta reprocesará combustible agotado de centrales británicas y extranjeras. En Francia también se lleva a cabo este proceso, y Japón está desarrollando sus propias plantas de reprocesamiento.

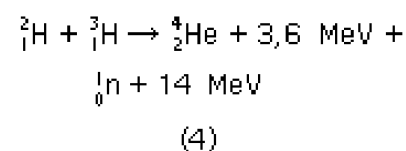
Una gran preocupación en relación con el reprocesamiento químico es la separación de plutonio 239, un material utilizado en la fabricación de armas nucleares. En Estados Unidos por ejemplo, no se reprocesa en la actualidad ningún combustible por temor al uso ilegal de este producto. El empleo de medios no tanto técnicos como políticos parece ser la mejor forma de controlar los peligros de su desviación subrepticia —o su producción secreta— para fabricar armas. La mejora de las medidas de seguridad en los puntos sensibles del ciclo del combustible y el aumento de la inspección internacional por parte de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA) parecen las medidas más apropiadas para controlar los peligros de la desviación del plutonio.

Almacenamiento de residuos. El último paso del ciclo del combustible nuclear, el almacenamiento de residuos, sigue siendo uno de los más polémicos. La cuestión principal no es tanto el peligro actual como el peligro para las generaciones futuras. Muchos residuos nucleares mantienen su radiactividad durante miles de años, más allá de la duración de cualquier institución humana. La tecnología para almacenar los residuos de forma que no planteen ningún riesgo inmediato es relativamente simple. La dificultad estriba por una parte en tener una confianza suficiente en que las generaciones futuras estén bien protegidas y por otra en la decisión política sobre la forma y el lugar para almacenar estos residuos. La mejor solución parece estar en un almacenamiento permanente, pero con posibilidad de recuperación, en formaciones geológicas a gran profundidad. En 1988, el gobierno de Estados Unidos eligió un lugar en el desierto de Nevada con una gruesa sección de rocas volcánicas porosas como el primer depósito subterráneo permanente de residuos nucleares del país. En el Reino Unido no se ha escogido ningún lugar, aunque las investigaciones geológicas se centran en Sellafield.

Fusión nuclear. La liberación de energía nuclear puede producirse en el extremo bajo de la curva de energías de enlace (ver tabla adjunta) a través de la fusión de dos núcleos ligeros en uno más pesado. La energía irradiada por el Sol se debe a reacciones de fusión de esta clase que se producen en su interior a gran profundidad. A las enormes presiones y temperaturas que existen allí, los núcleos de hidrógeno se combinan a través de una serie de reacciones que equivalen a la ecuación (1) y producen casi toda la energía liberada por el Sol. En estrellas más masivas que el Sol, otras reacciones llevan al mismo resultado.

La fusión nuclear artificial se consiguió por primera vez a principios de la década de 1930, bombardeando un blanco que contenía deuterio (el isótopo de hidrógeno de masa 2) con deuterones (núcleos de deuterio) de alta energía mediante un ciclotrón (*véase* Aceleradores de partículas). Para acelerar el haz de deuterones se necesitaba una gran cantidad de energía, de la que la mayoría aparecía como calor en el blanco. Eso hacía que no se produjera una energía útil neta. En la década de 1950 se produjo la primera liberación a gran escala de energía de fusión, aunque incontrolada, en las pruebas de armas termonucleares realizadas por Estados Unidos, la URSS, Gran Bretaña y Francia. Una liberación tan breve e incontrolada no puede emplearse para la producción de energía eléctrica. *Véase* Armas nucleares.

En las reacciones de fisión estudiadas anteriormente, el neutrón, que no tiene carga eléctrica, puede acercarse fácilmente a un núcleo fisionable (por ejemplo, uranio 235) y reaccionar con él. En una reacción de fusión típica, en cambio, cada uno de los dos núcleos que reaccionan tiene una carga eléctrica positiva, y antes de que puedan unirse hay que superar la repulsión natural que ejercen entre sí, llamada repulsión de Coulomb. Esto ocurre cuando la temperatura del gas es suficientemente alta, entre 50 y 100 millones de grados centígrados. En un gas formado por los isótopos pesados del hidrógeno, deuterio y tritio, a esa temperatura se produce la reacción de fusión



que libera unos 17,6 MeV por cada fusión. La energía aparece en un primer momento como energía cinética del núcleo de helio 4 y el neutrón, pero pronto se convierte en calor en el gas y los materiales próximos.

Si la densidad del gas es suficiente —a esas temperaturas basta una densidad de sólo 10⁻⁵ atmósferas, casi un vacío— el núcleo de helio 4 puede transferir su energía al gas hidrógeno circundante, con lo que mantiene la temperatura elevada y permite que se produzca una reacción de fusión en cadena. En esas condiciones se dice que se ha producido la ‘ignición nuclear’.

Los problemas básicos para alcanzar las condiciones para la fusión nuclear útil son: 1) calentar el gas a temperaturas tan altas; 2) confinar una cantidad suficiente de núcleos durante un tiempo lo bastante largo para permitir la liberación de una energía mayor que la necesaria para calentar y confinar el gas. Un problema importante que surge después es la captura de esta energía y su conversión en electricidad.

A temperaturas superiores a los 100.000 °C, todos los átomos de hidrógeno están ionizados. El gas está formado por un conjunto eléctricamente neutro de núcleos con carga positiva y electrones libres con carga negativa. Este estado de la materia se denomina plasma.

Los materiales ordinarios no pueden contener un plasma lo suficientemente caliente para que se produzca la fusión. El plasma se enfriaría muy rápidamente, y las paredes del recipiente se destruirían por las altas temperaturas. Sin embargo, como el plasma está formado por núcleos y electrones cargados, que se mueven en espiral alrededor de líneas de campo magnético intensas, el plasma puede contenerse en una zona de campo magnético de la forma apropiada.

Para que un dispositivo de fusión resulte útil, la energía producida debe ser mayor que la energía necesaria para confinar y calentar el plasma. Para que esta condición se cumpla, el producto del tiempo de confinamiento, δ , y la densidad del plasma, n , debe superar el valor 10¹⁴. La relación $\delta n^3 10^{14}$ se denomina criterio de Lawson.

Desde 1950 se han llevado a cabo numerosos proyectos para la confinación magnética de plasma en Estados Unidos, la antigua Unión Soviética, Gran Bretaña, Japón y otros países. Se han observado reacciones termonucleares, pero el número de Lawson fue pocas veces superior a 10¹². Sin embargo, uno de los dispositivos —el tokamak, sugerido originalmente en la URSS por Ígor Tamm y Andréi Sajárov— comenzó a arrojar resultados prometedores a principios de la década de 1960.

La cámara de confinamiento de un tokamak tiene forma toroidal, con un diámetro interior de aproximadamente 1 m y un diámetro exterior de alrededor de 3 m. En esta cámara se establece un campo magnético toroidal de unos 5 teslas mediante grandes electroimanes. La intensidad de este campo es unas 100.000 veces mayor que la del campo magnético de la Tierra en la superficie del planeta. Las bobinas que rodean la cámara inducen en el plasma una corriente longitudinal de varios millones de amperios. Las líneas de campo magnético resultantes son espirales dentro de la cámara, que confinan el plasma.

Después de que en varios laboratorios funcionaran con éxito tokamaks pequeños, a principios de la década de 1980 se construyeron dos dispositivos de gran tamaño, uno en la Universidad de Princeton, en Estados Unidos, y otro en la URSS. En el tokamak, el plasma alcanza una temperatura elevada por el calentamiento resistivo producido por la inmensa corriente toroidal, y en los nuevos aparatos grandes, un calentamiento adicional mediante la inyección de haces neutrales debería producir condiciones de ignición.

Otra posible vía para obtener energía de la fusión es el confinamiento inercial. En esta técnica, el combustible (tritio o deuterio) está contenido en una pequeña bolita que se bombardea desde distintas direcciones con un haz láser de pulsos. Esto provoca la implosión de la bolita y desencadena una reacción termonuclear que causa la ignición del combustible. Los avances en la investigación de la fusión son prometedores, pero probablemente hagan falta décadas para desarrollar sistemas prácticos que produzcan más energía de la que consumen. Además, las investigaciones son sumamente costosas.

Sin embargo, en los primeros años de la década de 1990 se realizaron algunos avances. En 1991, se generó por primera vez en la historia una potencia significativa (unos 1,7 MW) a partir de la fusión nuclear controlada, en el laboratorio de la Cámara Toroidal Conjunta Europea (JET, siglas en inglés), en Gran Bretaña. En diciembre de 1993, los investigadores de la Universidad de Princeton emplearon el Reactor Experimental de Fusión Tokamak para producir una reacción de fusión controlada que generó 5,6 megavatios. No obstante, tanto el JET como el Reactor Experimental de Fusión Tokamak consumieron más energía de la que produjeron durante su funcionamiento.

Si la energía de fusión llega a ser practicable, ofrecería las siguientes ventajas:

1. Una fuente ilimitada de combustible, el deuterio procedente de los océanos.
2. Imposibilidad de un accidente en el reactor, ya que la cantidad de combustible en el sistema es muy pequeña, y
3. Residuos mucho menos radiactivos y más sencillos de manejar que los procedentes de sistemas de fisión.

Minerales radiactivos

Plutonio, de símbolo Pu, es un elemento metálico radiactivo que se utiliza en reactores y armas nucleares. El número atómico del plutonio es 94. Es uno de los elementos transuránicos del grupo de los actínidos del sistema periódico.

Los isótopos del plutonio fueron preparados y estudiados por vez primera por el químico estadounidense Glenn T. Seaborg y sus colegas de la Universidad de California en Berkeley, en 1941. Se han encontrado cantidades menores del elemento en las menas de uranio, pero actualmente, se preparan cantidades relativamente grandes de plutonio en los reactores nucleares.

Químicamente, el plutonio es reactivo, y sus propiedades se asemejan a las de los lantánidos. El metal plateado, que se vuelve ligeramente amarillo con la oxidación causada por la exposición al aire, existe en seis formas cristalinas y tiene cuatro estados de oxidación diferentes. El metal desprende calor debido a su radiactividad. Se conocen 15 isótopos diferentes del plutonio, con números másicos entre 232 y 246. El plutonio tiene un punto de fusión de 641 °C, un punto de ebullición de 3.232 °C y una densidad relativa de 19,84.

El isótopo más importante, el plutonio 239, tiene una vida media de 24.360 años y se produce bombardeando uranio 238 con neutrones

lentos; esto forma neptunio 239, que a su vez emite una partícula beta formando plutonio 239. El plutonio es el elemento transuránico más importante económicamente porque el plutonio 239 admite fácilmente la fisión y puede ser utilizado y producido en grandes cantidades en los reactores nucleares (véase Energía nuclear). También se utiliza para producir armas nucleares. Es un veneno extremadamente peligroso debido a su alta radiactividad (véase Efectos biológicos de la radiación). El plutonio 238 se ha utilizado para proporcionar energía a algunos aparatos en la Luna debido al calor que emite.

Uranio, de símbolo U, es un elemento metálico radiactivo, principal combustible de los reactores nucleares. Su número atómico es 92 y es un miembro de los actínidos del sistema periódico.

El uranio fue descubierto en 1789, en la pechblenda, por el químico alemán Martín Heinrich Klaproth, quien le puso ese nombre por el planeta Urano. Fue aislado en estado metálico en 1841. Las propiedades radiactivas del uranio fueron demostradas en 1896, cuando el físico francés Antoine Henri Becquerel produjo (por la acción de una sal fluorescente denominada uranilsulfato de potasio) una imagen en una placa fotográfica cubierta con una sustancia que absorbía la luz. Las investigaciones sobre la radiactividad que siguieron al experimento de Becquerel condujeron al descubrimiento del radio y a nuevos conceptos de la organización atómica. Véase Atomo; Energía nuclear.

Propiedades. El uranio tiene un punto de fusión de 1.132 °C, un punto de ebullición de 3.818 °C y una densidad de 19,05 g/cm³ a 25 °C; la masa atómica del elemento es 238,029. Tiene tres formas cristalinas; una de ellas, la que se obtiene a unos 770 °C, es maleable y dúctil. El uranio es soluble en ácido nítrico y clorhídrico, y es insoluble en los álcalis. Desplaza al hidrógeno de los ácidos minerales y de las disoluciones salinas de metales como el mercurio, la plata, el cobre, el estaño, el platino y el oro. Cuando está finamente dividido, arde con facilidad en el aire a temperaturas de 150 a 175 °C. A 1.000 °C, reacciona con el nitrógeno y forma un nitruro amarillo.

El uranio tiene estados de oxidación de 3, 4, 5 y 6. Entre los compuestos hexavalentes están el trióxido de uranio (UO₃) y el cloruro de uranio (UO₂Cl₂). El tetracloruro de uranio (UCl₄) y el dióxido de uranio (UO₂) son ejemplos de compuestos tetravalentes o uranosos. Por lo general, estos últimos compuestos son estables, aunque expuestos excesivamente al aire reaccionan a la forma hexavalente. Las sales de uranio, como el cloruro, se pueden descomponer en presencia de luz intensa y materia orgánica.

Estado natural. El uranio no existe en estado libre en la naturaleza, sino que se encuentra como óxido o sal compleja en minerales como la pechblenda y la carnotita. Tiene una proporción media en la corteza terrestre de unas 2 partes por millón y, entre los elementos, ocupa el lugar 48 en abundancia natural. El uranio puro contiene más de un 99% del isótopo uranio 238, menos de un 1% del isótopo fisible uranio 235 y cantidades menores de uranio 234, formado por la desintegración radiactiva del uranio 238. Entre los isótopos del uranio producidos artificialmente están el uranio 233, el uranio 237 y el uranio 239. Se conocen los isótopos con números másicos entre 222 y 242.

Extracción. En el procedimiento clásico para extraer uranio se separa la pechblenda y se mezcla con ácido sulfúrico y ácido nítrico. El uranio se disuelve así formando sulfato de uranio (UO₂SO₄); el radio y los demás metales que se encuentran en la mena de pechblenda se precipitan como sulfatos. Al añadir hidróxido de sodio, el uranio precipita como diuranato de sodio (Na₂U₂O₇·6H₂O), conocido también como óxido amarillo de uranio. Para obtener uranio de la carnotita, se trata la mena, finamente triturada, con una disolución caliente de sosa y potasa cáustica para disolver el uranio, el radio y el vanadio. Después de eliminar la roca madre arenosa por medio del lavado, se trata la disolución con ácido sulfúrico y cloruro de bario. Una disolución cáustica alcalina añadida al líquido restante precipita el uranio y el radio, aumentando su concentración. Estos métodos clásicos de extraer uranio de sus minerales han sido sustituidos actualmente por otros procedimientos, como el método de extracción con disolventes, el intercambio iónico y el método de volatilidad. Para el método de producción del isótopo artificial uranio 233.

Aplicaciones. Después del descubrimiento de la fisión nuclear, el uranio se convirtió en un metal estratégico. Al principio, su uso estaba prácticamente restringido a la producción de armas nucleares. En 1954 se empezó a utilizar el uranio enriquecido con el isótopo 235 para el desarrollo de plantas nucleares. En tiempos de paz, se discutieron sus aplicaciones en la Conferencia Internacional sobre la Utilización Pacífica de la Energía Atómica de 1955, 1958 y 1964, celebradas en Ginebra (Suiza).

El potencial de uranio como fuente de energía industrial se hizo evidente con la botadura en 1954 del primer submarino movido por energía nuclear, el *Nautilus* de Estados Unidos. Las plantas de energía convencional, que producen 60.000 kW de electricidad, consumen unos 18 millones de kg de carbón por mes. Una planta nuclear de 60.000 kW sólo requiere 7 kg de uranio 235 por mes. Sin embargo, los problemas de escasez del uranio, de seguridad de las plantas y de almacenaje de los productos residuales del uranio y el plutonio radiactivos, han impedido la completa ejecución del potencial de la energía nuclear.

Las menas de uranio están ampliamente distribuidas por todo el mundo. Los sedimentos de pechblenda, la mena más rica en uranio, se encuentran principalmente en Canadá, República Democrática del Congo y Estados Unidos. En 1955 se descubrió en Colorado (Estados Unidos) un mineral llamado cofinita, una mena de alta calidad que contiene casi un 61% de uranio. Más tarde se encontraron sedimentos de este mineral en otros países. En 1994, la producción mundial de uranio fue de unas 32.200 toneladas, siendo Canadá, Níger, Kazajstán, Uzbekistán y Rusia los principales países productores.

Efectos biológicos de la radiación: Consecuencias de la acción de una radiación ionizante sobre los tejidos de los organismos vivos. La radiación transfiere energía a las moléculas de las células de estos tejidos. Como resultado de esta interacción las funciones de las células pueden deteriorarse de forma temporal o permanente y ocasionar incluso la muerte de las mismas. La gravedad de la lesión depende del tipo de radiación, de la dosis absorbida, de la velocidad de absorción y de la sensibilidad del tejido frente a la radiación. Los efectos de la radiación son los mismos, tanto si ésta procede del exterior, como si procede de un material radiactivo situado en el interior del cuerpo.

Los efectos biológicos de una misma dosis de radiación varían de forma considerable según el tiempo de exposición. Los efectos que aparecen tras una irradiación rápida se deben a la muerte de las células y pueden hacerse visibles pasadas horas, días o semanas. Una exposición prolongada se tolera mejor y es más fácil de reparar, aunque la dosis radiactiva sea elevada. No obstante, si la cantidad es suficiente para causar trastornos graves, la recuperación será lenta e incluso imposible. La irradiación en pequeña cantidad, aunque no mate a las células, puede producir alteraciones a largo plazo.

Trastornos graves. Dosis altas de radiación sobre todo el cuerpo, producen lesiones características. La radiación absorbida se mide en grays (1 gray equivale a 1 julio de energía absorbido por kilogramo de material; su símbolo es Gy). Una cantidad de radiación superior a 40 Gy produce un deterioro severo en el sistema vascular humano, que desemboca en edema cerebral, trastornos neurológicos y coma profundo. El individuo muere en las 48 horas siguientes. Cuando el organismo absorbe entre 10 y 40 Gy de radiación, los trastornos vasculares son menos serios, pero se produce la pérdida de fluidos y electrolitos que pasan a los espacios intercelulares y al tracto gastrointestinal. El individuo muere en los diez días siguientes a consecuencia del desequilibrio osmótico, del deterioro de la médula ósea y de la infección terminal. Si la cantidad absorbida oscila entre 1,5 y 10 Gy, se destruye la médula ósea provocando infección y hemorragia. La persona puede morir cuatro o cinco semanas después de la exposición. Los efectos de estas radiaciones poco intensas, son los que pueden tratarse de forma eficaz. La mitad de las personas que han recibido una radiación de 3 a 3,25 Gy y que no hayan recibido tratamiento, pierden la médula ósea.

La irradiación de zonas concretas del cuerpo (radiaciones accidentales) produce daños locales en los tejidos. Se lesionan los vasos sanguíneos de las zonas expuestas alterando las funciones de los órganos. Cantidades más elevadas, desembocan en necrosis (zonas de tejido muerto) y gangrena.

No es probable que una irradiación interna, cause trastornos graves sino más bien algunos fenómenos retardados, que dependerán del órgano en cuestión y de su vida media, de las características de la radiación y del comportamiento bioquímico de la fuente de radiación. El tejido irradiado puede degenerar o destruirse e incluso desarrollar un cáncer.

Efectos retardados. Las consecuencias menos graves de una radiación ionizante se manifiestan en muchos órganos, en concreto en la médula ósea, riñones, pulmones y el cristalino de los ojos, debido al deterioro de los vasos sanguíneos. Como consecuencias secundarias aparecen cambios degenerativos y funciones alteradas. No obstante, el efecto retardado más importante comparándolo con personas no irradiadas, es el aumento de la incidencia de casos de cáncer y leucemia. El aumento estadístico de leucemia y cáncer de tiroides, pulmón y mama, es significativo en poblaciones expuestas a cantidades de radiación relativamente altas (más de 1 Gy). En animales de experimentación se ha observado una reducción del tiempo de vida, aún no se ha demostrado en seres humanos.

Radiación no ionizante. La frecuencia de radiación de redes o tendidos eléctricos, radares, canales o redes de comunicación y hornos de microondas, no es ionizante. Durante mucho tiempo se ha creído que este tipo de radiación era perjudicial sólo en cantidad elevada, y que producía quemaduras, cataratas, esterilidad temporal, etc. Con la proliferación de este tipo de mecanismos, comienzan a ser materia de investigación científica las posibles consecuencias de una exposición prolongada a pequeñas cantidades de radiaciones no ionizantes. Aunque se han observado algunas consecuencias biológicas poco importantes, se desconoce por el momento qué repercusión tienen sobre la salud.

Medicina nuclear. Especialidad médica que utiliza sustancias radiactivas o radiofármacos, combinadas con técnicas de imagen que permiten diagnosticar y tratar lesiones, como las deportivas, o enfermedades, como las cardíacas, el cáncer o la enfermedad de Alzheimer (*véase Radiología*). Cuando se usan las técnicas nucleares para establecer un diagnóstico, se pueden visualizar funciones corporales en el momento en que éstas se producen. Cuando se aplican como tratamiento, lo que es menos común, se utilizan dosis de radiación bastante mayores para destruir tejidos enfermos. Aunque algunos médicos practican la medicina nuclear como una especialidad de dedicación plena, muchos especialistas de otras disciplinas, como radiología, anatomía patológica y medicina interna, utilizan técnicas de esta disciplina en su trabajo.

Diagnóstico. Al nivel más básico, la técnica nuclear permite examinar las reacciones químicas que tienen lugar en el cuerpo humano. Para producir una imagen, al paciente se le administra (vía oral o mediante una inyección) una sustancia radiactiva que es atraída químicamente hasta el lugar del problema, —un órgano específico, una estructura ósea o un tejido. Una vez que la sustancia ha llegado a su punto de destino, produce una emisión que se transforma en una imagen visible mediante el uso de un detector o un escáner. La imagen resultante proporciona un cuadro de la estructura y función del lugar elegido. Ese proceso no resulta peligroso para el paciente, pues la sustancia contiene sólo cantidades ínfimas de radiactividad, que se desintegran rápidamente en el cuerpo.

Las pruebas diagnósticas suelen realizarse dentro del cuerpo del paciente o *in vivo*. En algunos casos, se utilizan técnicas de la medicina nuclear para analizar muestras de sangre u orina en el laboratorio o *in vitro*. Los escáneres de la tomografía de emisión de positrones (TEP) o la resonancia magnética nuclear (RMN) dibujan el movimiento y la distribución de los materiales radiactivos dentro del cuerpo del paciente. Esa aproximación permite a los médicos detectar desórdenes en los primeros estadios —a menudo antes de que se produzca un daño significativo del órgano o la articulación. Los pacientes pueden empezar antes el tratamiento, lo que suele producir mejores resultados.

Las aplicaciones de la medicina nuclear son numerosas. La técnica nuclear puede detectar el estrechamiento de los vasos sanguíneos, —una primera señal de una posible enfermedad o ataque al corazón. Puede mostrar una rápida absorción del yodo, una de las características del hipertiroidismo (una enfermedad del tiroides); la extensión de las células cancerosas al hueso; y la función del sistema nervioso en un paciente con un trastorno degenerativo del cerebro, como la enfermedad de Alzheimer.

Técnicas similares permiten a los médicos controlar éstas y otras funciones corporales después de la cirugía, tras un tratamiento con fármacos y durante la terapia de radiación.

Tratamiento. Como tratamiento, se administra una elevada dosis de una sustancia radiactiva para matar células enfermas. Por ejemplo, la terapia con una forma de yodo radiactivo puede tratar con éxito el hipertiroidismo. En muchos pacientes con cáncer, la terapia de radiación se utiliza para matar el tejido maligno. Los investigadores están trabajando en nuevas aplicaciones, incluyendo la utilización de radiofármacos para despejar arterias dañadas después de una operación de cirugía en el corazón, y para extirpar sin dolor tejido inflamado de las articulaciones artríticas.

Historia. El campo de la medicina nuclear surgió en la década de 1930, cuando los investigadores empezaron a producir fósforo radiactivo en una máquina llamada ciclotrón y a utilizarlo para tratar a pacientes con desórdenes sanguíneos. La invención del reactor nuclear en 1940 permitió a los científicos generar sustancias nucleares (incluyendo las que se utilizan en medicina) con una gran facilidad. En 1946 se produjo un gran avance en la medicina nuclear: el tratamiento con yodo radiactivo detenía por completo la propagación del cáncer de tiroides en los pacientes. Los primeros instrumentos de visualización fueron inventados en la década de 1950, pero su aplicación en diagnósticos complejos no fue posible hasta que, en la década de 1960, los ordenadores se integraron a esos sistemas. La aparición de las tecnologías TEP y RMN en la década de 1970 transformaron ese campo, al permitir a los médicos registrar la estructura y función de cualquier órgano del cuerpo, como el cerebro, el bazo o el tracto gastrointestinal, e incluso el desarrollo de tumores. Los radiofármacos empezaron a utilizarse en la década de 1980, posibilitando el desarrollo de nuevos compuestos radiactivos, de aplicaciones tanto diagnósticas como terapéuticas.

Introducción nuclear, peligro y proliferación. Difusión y uso de armas nucleares, así como de la tecnología militar basada en la energía nuclear, que termina por provocar un alto riesgo de destrucción mundial. Las armas nucleares fueron utilizadas con fines bélicos por vez primera en agosto de 1945, cuando Estados Unidos arrojó dos bombas atómicas sobre las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki para lograr la rendición de Japón y poner así fin a la II Guerra Mundial.

Características de las armas nucleares. Las bombas atómicas, o de fisión, se basan en una reacción en cadena autosostenida en una masa de uranio o plutonio que origina la liberación de una enorme cantidad de energía en un espacio de tiempo muy corto. El diseño y construcción de una bomba atómica es muy complejo, pero en la actualidad está ampliamente aceptado que un físico nuclear competente puede obtener toda la información necesaria de la literatura científica publicada, de fácil acceso. La mayor parte de las armas nucleares actuales son científicamente más avanzadas y pertenecen a la segunda generación de bombas de hidrógeno o termonucleares. Estas armas aprovechan la explosión de fisión para crear la energía suficiente como para que tenga lugar el proceso de fusión del hidrógeno. Entonces se produce un enorme desprendimiento de energía, mucho mayor que en una bomba atómica. Desde el punto de vista teórico no hay límite para la magnitud de una explosión termonuclear.

Desde el momento en que la tecnología nuclear se utilizó en 1945 y se conocieron sus resultados, se ha considerado de forma general, aunque no unánime, que no son armas en el sentido tradicional, esto es, que otorguen una ventaja militar viable a sus poseedores. Cuando se comprendió que el uso de las armas nucleares amenazaba con aniquilar no sólo a los beligerantes, sino destruir y contaminar gran parte de la superficie de la Tierra, se llegó a pensar que el desarrollo de estas armas había alcanzado finalmente los límites de proporcionalidad y utilidad.

Un arma nuclear implica un vector o sistema de transporte, además de la bomba o cabeza explosiva. El primer vector fue el bombardero estratégico. A medida que la Guerra Fría progresaba, fue desarrollándose una amplia variedad de vectores: misiles de diversos alcances disparados desde el aire, tierra y mar, artillería de campaña, cargas de profundidad lanzadas desde barcos y minas terrestres. La tecnología de las armas nucleares se encuentra en la actualidad tan extendida que hoy pueden ser

transportadas en el portaequipajes de un simple automóvil. Además, su potencia explosiva se ha incrementado dramáticamente: las bombas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki tenían una carga explosiva de unos 13 kilotones (equivalentes a 13.000 toneladas de trinitrotolueno, TNT); por su parte, la potencia de algunos misiles teledirigidos estadounidenses o soviéticos llega a alcanzar 1,5 megatones o 1.500.000 toneladas de TNT. En 1962, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) hizo explotar una bomba termonuclear con una potencia de 58 megatones. Las armas nucleares, además, han ido haciéndose extremadamente precisas: el "error circular probable" de un misil MX estadounidense es de 100 m exactamente: esto quiere decir que hay un 50% de probabilidades de que un misil de 11.000 kilómetros de alcance deje caer su cabeza explosiva con un error de 100 m respecto de su objetivo.

Efectos de las armas nucleares. Los primeros efectos de una explosión nuclear son: una onda muy brillante que desprende enorme calor y radiación térmica y una inmensa ráfaga de aire, originándose incendios y una vasta destrucción; también se desprenden una serie de pulsos electromagnéticos (EMP) que, sin dañar a los seres humanos o a los edificios, anulan los sistemas de comunicación. La radiación nuclear, extremadamente dañina para todas las formas de vida, adopta la forma de radiación directa en el momento de la explosión y de la lluvia radiactiva, esto es, del polvo y restos succionados e irradiados durante la explosión que caen de nuevo a la tierra. Es posible diseñar armas que aumenten ambos efectos. Las armas pensadas para ser utilizadas contra las unidades militares producirán una alta cantidad de EMP con el fin de neutralizar la red de comunicaciones militares. El tipo mejor conocido es la llamada bomba de neutrones o bomba radiactiva con efectos explosivos reducidos. Esta bomba aumenta al máximo la radiación letal directa para matar las tripulaciones de los carros de combate, pero reduce al mínimo los efectos de la explosión sobre el material bélico o edificios.

Principales potencias nucleares. Estados Unidos tuvo el monopolio de las bombas atómicas desde 1945 hasta la primera prueba nuclear soviética en 1949. También fue el primer país en probar una bomba termonuclear en 1952, y la Unión Soviética siguió su ejemplo un año más tarde. En 1957, los soviéticos lanzaron el satélite *Sputnik* a la órbita terrestre, provocando el temor estadounidense a rezagarse en el terreno de la industria aeroespacial. Ambos países desarrollaron una carrera para fabricar bombarderos, misiles y otros sistemas de transporte de cabezas nucleares. A finales de la Guerra Fría, cada uno tenía aproximadamente 10.000 cabezas nucleares estratégicas (intercontinentales) y muchísimas más cabezas subestratégicas (de corto y medio alcance). Además de los dos ya citados, los países que reconocen tener un arsenal nuclear son Gran Bretaña, China y Francia; otros estados, como Israel y la República de Sudáfrica, se considera de forma unánime que poseen armas nucleares; en tanto que hay otros países que parecen estar en el umbral nuclear, es decir, que son capaces de desarrollar un programa armamentístico nuclear: este es el caso de Irán, Corea del Norte, India y Pakistán. El desmantelamiento del programa de armas nucleares iraquí después de la guerra del Golfo Pérsico reveló que Irak estaba asimismo en camino de desarrollar ingenios nucleares.

El Tratado de No Proliferación Nuclear (NPT). La proliferación o difusión de las armas nucleares se ha desarrollado de dos formas: vertical y horizontal. La proliferación vertical supone la expansión y desarrollo de los arsenales ya existentes y se regula por un acuerdo de control de armas entre los poseedores. La prevención de la proliferación horizontal es el objeto de la política de no proliferación nuclear, la cual presenta diversos elementos, como controles de la exportación nacional y multilateral, organismos de inspección y verificación, prohibición de pruebas nucleares y, más recientemente, el intento de vetar en adelante la producción de material que permita la fisión nuclear.

La clave para esta política es el Tratado de No Proliferación Nuclear (NPT) firmado en 1968. En esencia, el NPT es un pacto por el que los estados sin armas nucleares se comprometen a renunciar a la investigación relativa a este armamento y al desarrollo y adquisición de estas armas, a cambio del acceso a la tecnología nuclear para uso civil. Entre los países no signatarios, sin embargo, se encuentran Israel, India y Pakistán: tres países, casi con toda certeza, poseedores de armas nuclea-

res y que han mantenido diversas guerras en la historia reciente. El intento norcoreano de abandonar el NPT en 1993, para evitar abrir sus instalaciones nucleares a la inspección de la Agencia de la Energía Atómica Internacional, provocó la amenaza de un ataque preventivo sobre estas instalaciones por bombarderos estadounidenses. El NPT, que en la actualidad es aceptado por unos 170 países, fue objeto en 1995 de una gran conferencia internacional para tratar sobre la expiración oficial del Tratado en mayo de ese año. Las grandes potencias poseedoras de armas nucleares y con presencia permanente en el Consejo de Seguridad de Naciones Unidas aseguraron la continuidad indefinida de la vigencia del NPT (entre otros acuerdos alcanzados) al permitir acciones de represalias consensuadas contra cualquier culpable de ataque nuclear o de amenazas contra un país firmante del NPT.

Muchos estados critican el NPT por discriminatorio y exigen que las potencias nucleares hagan más esfuerzos para cumplir su parte del acuerdo, trabajando conscientemente para alcanzar el desarme nuclear y la prohibición completa de las pruebas nucleares. La política de no proliferación se enfrenta con otra serie de retos: existe una dificultad básica para distinguir entre el uso civil y militar de la tecnología nuclear y parece cada vez más difícil controlar el tráfico de componentes y materiales básicos. Además, en diversas partes del mundo aparece cada vez más erosionada la concepción de las armas nucleares como armas no aceptables en conflictos bélicos, y no parece que sea descartable la posibilidad de que una organización terrorista pueda con el paso del tiempo adquirir y utilizar armas nucleares.

Organismo para la Proscripción de Armas Nucleares de América Latina (Opanal). Organismo internacional, con sede en ciudad de México, constituido a raíz de la firma del Tratado de Tlatelolco (14 de febrero de 1967) y que integra a todos los países de habla hispana (aunque Argentina no lo ratificó hasta 1994), Brasil, Haití y Trinidad y Tobago. Desde su fundación, sus fines fueron la desnuclearización militar de Latinoamérica y la consecución de garantías de protección contra eventuales ataques nucleares en la zona, así como conseguir que se respetara la prohibición de pruebas, empleo, fabricación, producción, adquisición, recepción, instalación, despliegue y cualquier otra forma de posesión de armas nucleares. La OPANAL mantiene relaciones con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización de Estados Americanos (OEA), con las que establece acuerdos permanentes para el logro de los objetivos que guían a la Organización.

Organización Europea para la Investigación Nuclear. Institución europea de investigación que tiene su sede en Meyrin, en la frontera franco-suiza al oeste de Ginebra. Es más conocida por las siglas CERN, correspondientes al nombre con que fue fundada en 1954: Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Consejo Europeo para la Investigación Nuclear). Su finalidad es la investigación de la estructura de la materia y las interacciones que la gobiernan. Hoy día es el mayor laboratorio de física de partículas del mundo; el CERN alberga aceleradores de partículas que están entre los mayores instrumentos científicos construidos. En estos dispositivos, las partículas elementales son aceleradas hasta alcanzar energías muy elevadas, y después colisionan unas contra otras. Estas colisiones, registradas por los detectores de partículas, dan una visión de la materia tal y como fue momentos después del Big-Bang.

En 1995, el presupuesto anual del CERN de 910 millones de francos suizos fue proporcionado por sus 19 Estados europeos miembros: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Países Bajos, Hungría, Italia, Noruega, Polonia, Portugal, el Reino Unido, la República Checa, la República Eslovaca, Suecia y Suiza.

El amplio programa de investigación del CERN lo realizan cerca de 6.000 investigadores invitados de unas 70 naciones, la mitad de los físicos de partículas del mundo, apoyados por unos 3.000 empleados. Algunas aplicaciones de la investigación abarcan desde la topografía de precisión máxima a detectores para radiología médica. Un ejemplo reciente es la World Wide Web, una manera fácil de acceder con los ordenadores a la red Internet, que surgió a principios de la década de 1990, para facilitar el intercambio rápido de información entre los equipos de investigadores del CERN.

El último acelerador de partículas del CERN es el Large Electron-Positron Collider (LEP), instalado en circunferencia en un túnel subterrá-

neo de 27 km. Electrones y positrones acelerados giran en sentido contrario en un estrecho tubo de vacío a velocidades próximas a la de la luz, realizando el circuito completo unas 11.000 veces por segundo. Sus trayectorias se cruzan en cuatro puntos alrededor del anillo. DELPHI, uno de los cuatro detectores del LEP, es un cilindro horizontal de 3.000 toneladas, de unos 10 m de diámetro y 10 m de largo. Está hecho a base de subdetectores concéntricos, cada uno diseñado para un cometido de recogida especializado. El túnel LEP albergará también el Large Hadron Collider (LHC), gran colisionador de hadrones, que tiene que ser acabado a principios del próximo siglo.

Protones y neutrones, que forman el núcleo de los átomos, fueron considerados partículas elementales, junto con los electrones que tienen una órbita alrededor del núcleo. Los experimentos del CERN proporcionaron pruebas concluyentes para la teoría del modelo estándar según la cual la materia está formada por partículas denominadas fermiones, mientras que las fuerzas corresponden a la interacción o intercambio de otras partículas llamadas bosones. Los experimentos también confirmaron la unificación electrodébil (véase Teoría del campo unificado). Esta proporciona una explicación única de la fuerza electromagnética, que mantiene unida la materia y hace oscilar las agujas de las brújulas, y la fuerza nuclear débil que rige la desintegración de los núcleos atómicos.

Visto este resumen de lo que es la energía nuclear, los reactores nucleares, los materiales radiactivos, su uso con fines pacíficos y bélicos queremos en la ponencia dar una visión retrospectiva a lo que en nuestro país contiene la legislación en esta materia por lo cual nos devolvemos cronológicamente y nos damos cuenta que la última ley aprobada por el Congreso fue la Ley 559 de 2000, *por medio de la cual se aprueba la Convención sobre Prerrogativas e Inmidades del Organismo para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina (Opanal)*, hecho en la Ciudad de México, D. F., el 23 de diciembre de mil novecientos sesenta y nueve (1969). Convención que reconoce la plenitud de las inmidades diplomáticas tanto al organismo como a sus funcionarios, claro está, delimitando lo que son las responsabilidades personales, precedida en su orden por la Ley 296 de 1996, *por medio de la cual se aprueba el Acuerdo Suplementario Revisado sobre la Prestación de Asistencia Técnica por el Organismo Internacional de Energía Atómica al Gobierno de la República de Colombia*, acuerdo en el cual el Gobierno colombiano y el Organismo Internacional de Energía Atómica pactan una serie de medidas de seguridad asistidas por el organismo referidas a instalaciones nucleares y a fuentes de radiación, lo mismo que a la protección contra el sabotaje y las seguridades en el transporte de minerales radiactivos.

La Ley 23 de 1988, *por medio de la cual se aprueba el Acuerdo entre el Gobierno de Colombia y el Gobierno de Canadá para la Cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear*.

La Ley 12 de 1988, *por medio de la cual se aprueba el intercambio de información en materia de energía nuclear con fines pacíficos entre el Gobierno de la República de Colombia y el Gobierno de la República de Guatemala, para el desarrollo y la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear*.

La Ley 52 de 1986, *por medio de la cual se aprueba el intercambio de información en materia de energía nuclear con fines pacíficos entre el Gobierno de la República de Colombia y el Gobierno de la República de Chile*.

La Ley 43 de 1985, *por la cual se aprueba el acuerdo complementario de cooperación sobre energía atómica para fines pacíficos entre el Gobierno de Colombia y el Gobierno de España*.

Ley 7 de 1983, *por medio de la cual se aprueba el Convenio para la Cooperación entre el Gobierno de la República de Colombia y el Gobierno de los Estados Unidos de América relativo a los usos civiles de la energía nuclear*.

La Ley 13 de 1969, *por la cual se aprueba el Acuerdo de Cooperación en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear, entre la República de Colombia y la República de Argentina*.

La Ley 16 de 1960, *por medio de la cual se aprueba el Estatuto del Organismo Internacional de Energía Atómica*.

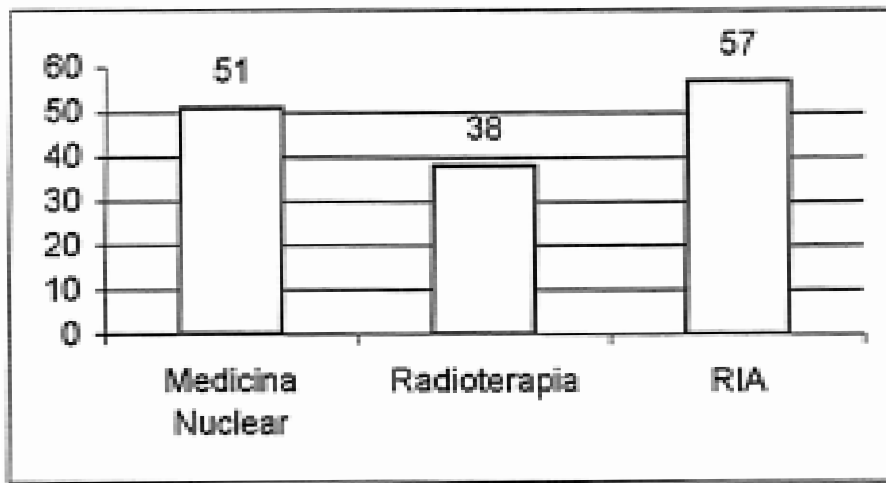


Fig. 1 Instalaciones de aplicaciones médicas del material radiactivos (RIA- radioinmunoanálisis)

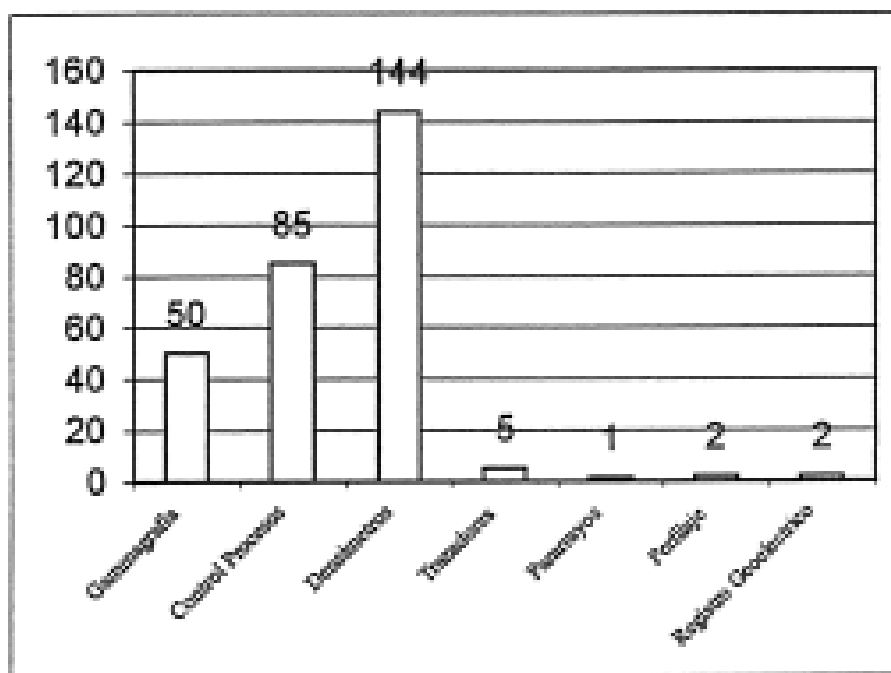


Fig. 2 Instalaciones en aplicaciones industriales en Colombia

En el área de investigación y educación se usan fuentes abiertas y selladas de muy baja actividad, y existen muy pocas instalaciones en funcionamiento. Son las aplicaciones médicas y las industriales las que tienen mayor relevancia en el país.

Con la información anterior esperamos haber respondido a sus inquietudes en relación con la presencia de material radiactivo, el manejo y uso que se le da en Colombia.

Atentamente,

María Esperanza Castellanos L.,
Jefe Unidad de Energía Nuclear.

CONTENIDO

Gaceta número 480 - Viernes 21 de septiembre de 2001

CAMARA DE REPRESENTANTES

PONENCIAS

Págs.

Ponencia para primer debate, Pliego de modificaciones y Texto propuesto al Proyecto de ley número 041 de 2001 Cámara, por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de ingeniería catastral y geodesia y se crea el Colegio de Ingenieros Catastrales y Geodesias	1
Ponencia para primer debate en Comisiones Económicas conjuntas al Proyecto de ley número 42 de 2001 Cámara y 56 de 2001 Senado, por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2002	4
Ponencia para primer debate y Texto al Proyecto de ley número 055 de 2001, por medio de la cual se otorga hasta el 2% de los cupos de las universidades públicas a los estudiantes donde no haya universidades presenciales	7
Ponencia para primer debate y Pliego de modificaciones al Proyecto de ley estatutaria número 074 de 2001 Cámara, por medio de la cual se garantiza el procedimiento de inscripción y de elección para ciudadanos ilegalmente privados de la libertad y se dictan otras disposiciones. Autores: honorables Senadores Salomón Náder Náder, y el honorable Senador Reginaldo Enrique Montes Alvarez, acumulado al Proyecto de ley estatutaria número 075 de 2001 Cámara, por medio de la cual se modifican algunos artículos del Código Nacional Electoral, Decreto 2241 de 1986 y otras disposiciones	8
Ponencia para primer debate al Proyecto de ley número 98 de 2000 Senado, 142 de 2001 Cámara, por medio de la cual se aprueba la Convención sobre la Protección Física de Materiales Nucleares, firmada en Viena y Nueva York el tres de marzo de 1980	10