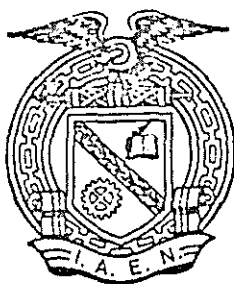


REPUBLICA DEL ECUADOR
SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO
DE SEGURIDAD NACIONAL
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS
NACIONALES



XIII Curso Superior de Seguridad Nacional y
Desarrollo

TRABAJO DE INVESTIGACION INDIVIDUAL

"APLICACIONES PACIFICAS DE LA ENERGIA NUCLEAR EN EL
ECUADOR. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO"

Econ. Eduardo Larrea Flores

1985 - 1986

I N D I C E

| <u>Contenido</u> | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO I: ANTECEDENTES | |
| A. La energía nuclear y su importancia en el mundo | 4 |
| 1. Aporte del Organismo Internacional de Energía Atómica al Desarrollo de la Energía Nuclear en el Continente Americano | 5 |
| 2. Aporte del OIEA al Desarrollo de la Energía Nuclear en el Ecuador | 12 |
| B. La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica | 19 |
| 1. Desarrollo Histórico de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA) | 22 |
| 2. Tratados y Convenios Internacionales para el Desarrollo de la Energía Nuclear en el País | 37 |
| CAPITULO II. ASPECTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y POLITICOS DE LA ENERGIA NUCLEAR | 40 |
| A. Aspectos Sociales | 40 |
| B. Aspectos Económicos | 72 |
| C. Aspectos Políticos | 78 |
| CAPITULO III. ACTIVIDADES, PROGRAMAS Y PROYECTOS DESARROLLADOS POR LA COMISION ECUATORIANA DE ENERGIA ATOMICA | 93 |

| <u>Contenido</u> | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| A. Dirección de Materias Primas Nucleares | 93 |
| B. Dirección de Ciencias Agropecuarias | 102 |
| C. Dirección de Ciencias Bio-físicas | 115 |
| D. Dirección del Reactor | 121 |
| CAPITULO IV. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA COMISION ECUATORIANA DE ENERGIA ATOMICA EN SUS DIFERENTES CAMPOS DE ACCION | 131 |
| A. Dirección de Materias Primas Nucleares | 131 |
| B. Dirección de Ciencias Agropecuarias | 132 |
| C. Dirección de Ciencias Bio-físicas | 134 |
| D. Dirección del Reactor | 139 |
| CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 142 |
| A. CONCLUSIONES | 142 |
| B. RECOMENDACIONES | 145 |
| BIBLIOGRAFIA | 150 |

I N T R O D U C C I O N

En el mundo actual la energía atómica constituye sin lugar a dudas uno de los elementos mas efectivos y eficientes para el desarrollo de todos los grupos humanos que habitan en él, pues las aplicaciones que se pueden efectuar están relacionadas a casi todas las actividades del hombre, por más específicas o especializadas que sean estas, a mas de ser un recurso energético de alta eficacia y eficiencia.

Su influencia en la política internacional ha sido de tal magnitud que hizo decidir hace 22 años a las Naciones Unidas para que estableciera un Organismo Internacional responsable de todas las actividades y aplicaciones que la energía nuclear tenía y tendría en el mundo entero, al cual se lo denominó Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). A nivel continental, la Organización de los Estados Americanos, también consecuente con la importancia y trascendencia que entraña la energía nuclear, resolvió la creación de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN). El Ecuador ha formado parte del Cuerpo Directivo de estos Organismos Internacionales y ha participado muy activamente en los mismo.

En esta materia y dentro de las aplicaciones que en el campo militar tiene la energía atómica, el Ecuador como país soberano y libre, siempre ha ofrecido su apoyo decidido a los Organismos Internacionales o gobiernos interesados para el cumplimiento del Tratado para la Proscripción de Armas Nucleares en América Latina (OPANAL).

En el caso ecuatoriano, en cuanto tiene relación con la incorporación del país en la energía nuclear, el Gobierno Ecuatoriano vinculó al desarrollo integral del país la energía atómica a partir del año 1958 pero lamentablemente, esta incorporación no fue activa pues en esa época no se desplegaron acciones concretas y planificadas tendientes al impulso de este vasto campo dentro de las actividades de interés nacional.

Sólo a partir de 1968 es cuando el país comienza a desarrollar planes y programas de trabajo a través de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, año en el cual por primera vez se considera a la CEEA como institución de derecho público proporcionándole por tanto autonomía administrativa, para el desarrollo y aplicación de la energía nuclear en el Ecuador.

Como consecuencia de lo descrito, considero de trascendental importancia en el Ecuador el que en a. corto y mediano plazo se tome conciencia en todos los estamentos del Estado respecto a la importancia que el desarrollo armónico y coherente de la energía nuclear tiene para los habitantes del país en lo que resta de este siglo y más aún para las próximas generaciones que poblarán el país el siglo XXI; y que mejor oportunidad que la que se me presenta con ocasión de la representación como funcionario de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica al XIII Curso de Seguridad Nacional y Desarrollo dictado en el Instituto de Altos Estudios Nacionales, para hacer conocer de forma general las actividades, programas y proyectos que la CEEA los ha ejecutado y ejecutará en los próximos tres años.

Confío que este modesto contingente al desarrollo de una Institución como la CEEA, coadyuve de forma significativa al engrandecimiento de ella y por sobre todo al engrandecimiento de este hermoso país que es el Ecuador.

Debo así también en esta oportunidad, consignar el imperecedero reconocimiento y agradecimiento a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica representada por el señor Presidente, General Edgar Vásquez Troya, que propuso mi nombre para representar a la entidad en el IAEN y confío que la participación de mi persona en este importantísimo curso haya llenado las expectativas de quienes de una u otra forma contribuyeron a esa participación.

De igual forma, debo exteriorizar mis sentimientos de grati

José Antonio Lucio Paredes, que contribuyó de forma significativa al desarrollo del presente Trabajo de Investigación Individual pues, como Asesor del Instituto de Altos Estudios Nacionales fue el responsable de guiar su elaboración.



Economista Eduardo Larrea F.

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES

A. LA ENERGIA NUCLEAR Y SU IMPORTANCIA EN EL MUNDO

En 1939, con el descubrimiento de la fisión nuclear o ruptura del isótopo de uranio (uranio-235), con la consecuente liberación de energía, la producción de fragmentos de fisión y de neutrones adicionales para continuar en una estructura geométrica, y la reacción en cadena, se dio origen a la energía atómica, que si bien en un principio tuvo una dirección hacia objetivos militares, sus aplicaciones pacíficas son mucho más trascendentes y de mayor alcance para la civilización moderna.

La energía atómica en sus múltiples aplicaciones en las diversas actividades humanas, se considera hoy en día, como un parámetro indispensable de ser tomado en cuenta en el desarrollo de un país, no sólo en sus aplicaciones energéticas, sino también como un medio para obtener respuestas inmediatas en investigaciones con aplicaciones tecnológicas y en el estudio de problemas relacionados con la conservación de la salud, la alimentación humana, la producción de mejores variedades de productos agrícolas y la preservación de los mismos; la influencia de elementos menores en el rendimiento de cosechas; la erradicación de pestes de insectos; estudios de metabolismo y reproducción; defensa del ganado contra enfermedades parasitarias; y, las muy numerosas y continuas aplicaciones en el campo industrial.

Nada ha influido en la humanidad, ni ha complicado tanto la política internacional, como el advenimiento de la era atómica. Ha sido tal la importancia de la ciencia y tecnología nuclear, que las Naciones Unidas se han visto precisadas a establecer el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), que por su influencia, podemos decir

que es el foro de las más altas decisiones de política y seguridad entre las naciones. El OIEA promueve el uso pacífico de la energía atómica, mediante la asistencia técnica aprobada y que consiste en equipos, becas de capacitación y expertos; el OIEA tiene igualmente a su cargo el control de las salvaguardias internacionales relacionadas con la energía atómica.

Tenemos también que mencionar a nivel regional internacional, a dos organizaciones que están cumpliendo a cabalidad los fines para los cuales fueron establecidos y a las que el Ecuador ha ofrecido todo el apoyo.

La primera de ellas es la Comisión Interamericana de Energía Nuclear, rama especializada de la Organización de los Estados Americanos, (CIEN-OEA), que a nivel regional, ha tenido funciones similares al OIEA y, que hoy está empeñada en planes de integración; y, la segunda, es la Organización para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina (OPANAL), que ha logrado que las grandes potencias firmen y ratifiquen los protocolos del Tratado de Tlatelolco, asegurando en esta forma la desnuclearización de la sub-región latinoamericana,

1. APORTE DEL OIEA AL DESARROLLO DE LA ENERGIA NUCLEAR EN EL CONTINENTE AMERICANO

El OIEA está vinculado a la Organización de las Naciones Unidas pero goza de autonomía. Quedó constituido el 29 de julio de 1957, fecha en que entró en vigor su Estatuto, mismo que fue aprobado el 23 de octubre de 1956 en una Conferencia internacional celebrada en la Sede de las Naciones Unidas (Nueva York).

Los objetivos y funciones del OIEA se los puede sintetizar en los siguientes aspectos, según los define su Estatuto,

"procurar acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero. En la medida que le sea posible se asegurará que la asistencia que preste, o la que se presente a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares"

Para alcanzar estos objetivos, el OIEA está autorizado "a fomentar y facilitar en el mundo entero la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía atómica con fines pacíficos; y, cuando se le solicite, a actuar como intermediario para obtener que un miembro del Organismo preste servicios o suministre materiales, equipo o instalaciones a otro...", a reunir y facilitar "en forma accesible la información (científica) que le haya sido proporcionada..." e igualmente "a proveer... los materiales, servicios, equipo e instalaciones necesarias para la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía atómica con fines pacíficos, inclusive la producción de energía eléctrica, tomando debidamente en cuenta las necesidades de las regiones insuficientemente desarrolladas en el mundo".

El Organismo está obligado a garantizar que todas las actividades en que participe se llevarán a cabo exclusivamente con fines pacíficos. Otra de sus funciones consiste en establecer normas internacionales de seguridad y protección de la salud y en aplicarlas a sus operaciones y a los proyectos a los que de algún modo preste asistencia.

A continuación, considero importante, con el propósito de completar esta visión muy rápida del OIEA, el analizar los recursos que anualmente dispone para el desarrollo de actividades, programas y proyectos en distintos puntos del hemisferio, así como también las fuentes que financian la labor del Organismo.

Los recursos antes referidos con los que se financia la labor del Organismo proceden de las siguientes fuentes:

- a) Cuotas que se fijan anualmente a todos los Estados Miembros para sufragar el Presupuesto Ordinario;
- b) Contribuciones voluntarias en efectivo para sufragar el presupuesto con el que el Organismo financia su propio programa de asistencia técnica y capacitación;
- c) Donaciones en especie (equipo, servicios de expertos, becas, etc.) para complementar las contribuciones voluntarias en efectivo hechas por los Estados Miembros;
- d) Fondos asignados para los proyectos de asistencia técnica y de preinversión que el Organismo vaya a ejecutar bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD);
- e) Ingresos varios en concepto de reembolsos correspondientes a servicios prestados, venta de publicaciones, intereses de cuentas bancarias y sumas percibidas para cubrir gastos generales resultantes de la ejecución de proyectos financiados con fondos del PNUD;
- f) Fondos puestos a disposición del Organismo por Gobiernos, fundaciones, etc., para contribuir a la ejecución de determinados programas.

El Organismo coopera con las Naciones Unidas, así como con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI), sobre la base de los acuerdos

de relaciones concertados con dichas organizaciones. Existe también una División Mixta FAO/OIEA de la Energía Atómica en la Agricultura y la Alimentación, ubicada en la Sede del Organismo. El Centro Internacional de Física Teórica de Trieste y el Laboratorio Internacional de Radiactividad Marina de Mónaco desarrollan sus actividades bajo los auspicios del Organismo y de los Gobiernos de Italia y del Principado de Mónaco, respectivamente, y con la cooperación de la UNESCO. El Organismo tiene funcionarios de enlace en la Sede de las Naciones Unidas y en la de la OMS, y un funcionario de enlace de la OMS se halla destacado en la Sede del OIEA. El Organismo ha concertado acuerdos de cooperación para la Energía Nuclear (de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos), Comisión Interamericana de Energía Nuclear, Liga de los Estados Arabes, Organismo para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina, y Organización de la Unidad Africana. Además, cierto número de organizaciones no gubernamentales se hallan reconocidas como entidades consultivas del OIEA.

Todos los países de América Latina incorporaron hace algunos años atrás, de una u otra forma, la energía nuclear en sus planes de desarrollo nacional. En esta tarea, el OIEA jugó y juega un papel preponderante, pues el aporte económico, científico, técnico y de asesoramiento al desarrollo de programas y proyectos en cada uno de los países, mediante asistencia técnica, tiene un rol trascendente en el desarrollo de la energía nuclear en todo el continente. Para rellevar el aporte de este Organismo Internacional en el campo de su especialidad, a continuación se pretende efectuar un resumen muy rápido respecto al desarrollo que individualmente han logrado la mayoría de los países del Continente americano.

Argentina en América del Sur, sin duda es el país donde más se ha desarrollado la energía atómica. A partir de 1955, se estableció la Comisión Nacional de Energía Nuclear

(CNEA). Dispone de 3 reactores de investigación, la primera planta nuclear de generación de potencia en Latinoamérica, con una capacidad de generación de 360 MWe considerada como la más eficiente del mundo; una planta de 600 MWe en construcción avanzada y otra de la misma potencia que ha recibido ya la licencia internacional de construcción. Trabajan actualmente 1200 profesionales de nivel superior y se han formado varias compañías mixtas para la fabricación de componentes nucleares. Argentina ha comenzado a fabricar los elementos combustibles para sus reactores, así como el agua pesada (D_2O), usada como refrigeración y blindaje.

El Brasil, estableció igualmente su Comisión de Energía Atómica desde hace veinte años, y al presente, tiene tres reactores de investigación y el más sofisticado laboratorio de dosimetría de radiaciones. Su ambicioso programa de dominio completo del ciclo de combustibles nucleares, contempla una planta de separación isotópica para uranio, una planta de reprocesamiento, una planta de fabricación de combustibles y el desarrollo de 8 plantas de generación nucleoelectrónica de 1000KWe cada una, a más de las dos actualmente en construcción.

Brasil dispone de un Centro de Estudios Nucleares dedicado únicamente al estudio de aplicaciones de isótopos y radiaciones al sector agropecuario.

En Chile, la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCEN), fue establecida en 1965 y al presente dispone de dos reactores de investigación. Mediante cooperación del PNUD, de 2.2 millones de dólares, se ha comenzado a estudiar la posible localización de la primera planta de generación nucleoelectrónica. Esto ha dado como resultado que se conozca mejor la complicada geofísica de Chile y se haya encontrado que varias de las presas para generación hidroeléctrica, no fueron correctamente diseñadas.

Chile es un país donde ha tenido un gran desarrollo el empleo de radioisótopos en minería y en ecología; igualmente está ya en operación una planta industrial para esterilización de productos. En cuatro años el personal de la CCEN se ha incrementado de 40 a 450 funcionarios de alto nivel profesional.

En cuanto tiene relación con las aplicaciones de la energía nuclear, Chile se encuentra catalogado como el país de mayor desarrollo en el área del Pacífico Sur de América.

Perú ha iniciado un amplio programa de desarrollo en base de cooperación del PNUD por un valor de 2,6 millones de dólares que ha servido de base para la realización de un complejo que comprende un reactor de investigaciones de 10 MW de potencia y los laboratorios asociados con el mismo. El proyecto se lleva a cabo en cooperación con el Gobierno Argentino (CNEA).

Venezuela dispone desde 1961 de un reactor de 3 KW de potencia y trabaja en asociación con el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

Es muy reciente la decisión de disponer de una planta de potencia nucleoelectrica para 1995. La decisión llama la atención, pues Venezuela dispone de recursos de hidrocarburos pesados (Región del Orinoco) y de recursos hidroelectricos muy abundantes.

Colombia opera desde 1962 un reactor de investigaciones de 10 KW de potencia, que fue elevada a 100 KW en 1967. Hasta 1968 la producción científica del Instituto Colombiano de Asuntos Nucleares fue notable. Colombia está dando los pasos para disponer de un reactor de 10 MW de potencia para 1990 y de la primera planta nucleoelectrica de 600 MWe para 1995.

Uruguay ha dispuesto desde 1964 de un reactor similar al de Colombia y su potencia está siendo elevada a 100 KW. Ha tenido una vigorosa reorganización la Comisión de Energía Atómica de este país.

Costa Rica, desde 1966 se halla organizada la Comisión de Energía Nuclear de este país. La centralización de esfuerzos en medicina nuclear y radioterapia, ha dado magníficos resultados. Es interesante el desarrollo de los proyectos en el sector agropecuario.

Guatemala tomó como modelo el desarrollo de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA); este país está dando pasos acelerados para introducir la energía atómica en sus planes de desarrollo. Se encuentran construidos en este país determinado tipo de laboratorios que permiten la mayor facilidad para ciertas aplicaciones nucleares, especialmente en los campos agrícolas y ganaderos.

Bolivia ha logrado recuperar del exterior un buen número de profesionales de alta capacidad científica y se encuentra en formación el Centro de Estudios Nucleares en base de un reactor puldante de 1 MW de potencia.

Las aplicaciones y actividades que tienen relación con energía nuclear, en Bolivia desde hace algunos años atrás viene trabajando en los campos de la agricultura, la ganadería y la medicina.

Paraguay tiene un buen núcleo de profesionales trabajando en la Universidad Nacional, y en los actuales momentos se encuentra desarrollando programas y proyectos que tienen relación con las aplicaciones de la energía nuclear en diferentes campos especialmente en la agricultura y la ganadería.

México dispone al presente de 2 reactores de investigaciones y todos los campos de la educación en ciencias nucleares

res los tiene muy bien cubiertos. Dispone así también de dos plantas de generación nucleoelectrica y la educación de personal para la operación de las mismas, lo está realizando en España. El PNUD está apoyando en esta fase mediante la aportación de 1.5 millones de dólares que facilita la construcción de un simulador.

Cuba, tiene un reactor de investigación de 1 MW de potencia y se han desplegado las acciones y trabajos pertinentes para que el país disponga de una planta de generación nucleoelectrica para 1990. El desarrollo de técnicas nucleares en ganadería, son las más avanzadas del continente. La centralización directiva de los Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia ha dado como resultado una máxima eficiencia de servicio.

Como se ve existe a nivel continental, en la mayoría de los países de la subregión, un amplio campo de actividades y aún los países más pequeños, como El Salvador, Honduras y Panamá, han organizado instituciones que tienen que ver con la política de energía atómica; es interesante anotar que otros países como Guatemala, Paraguay, Bolivia y Uruguay, han demostrado interés en la nueva Ley Constitutiva de la CEEA, el Reglamento de Seguridad Radiológica y las encuestas que se realizan al presente en Medicina Nuclear, Radiodiagnóstico y Radioterapia.

2. APOORTE DEL OIEA AL DESARROLLO DE LA ENERGIA NUCLEAR EN EL ECUADOR

Este aporte que el Organismo Internacional de Energía Atómica viene brindando al Ecuador, desde la creación en el país de una institución responsable a nivel nacional de todas las actividades enmarcadas dentro del campo de acción de las aplicaciones pacíficas de la energía atómica, se lo puede generalizar en muy pocas palabras, cuales son SERVICIOS DE ASISTENCIA TECNICA, pero no por el

hecho de que son pocas palabras debemos dar poca importancia a su aplicabilidad práctica, pues el Ecuador indiscutiblemente que se favorece permanentemente de todos los beneficios que se brindan a través de este procedimiento muy bien definido y concebido por el OIEA.

La Asistencia Técnica a la que hacemos referencia está descompuesta en los siguientes renglones:

- Servicios de Expertos
- Equipos y Suministros
- Profesores Visitantes
- Becas
- Visitas Científicas
- Proyectos Multinacionales

SERVICIOS DE EXPERTOS.- Con el propósito de analizar, desarrollar o supervisar cualquiera de los proyectos que se vienen ejecutando en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica con financiamiento del OIEA, este Organismo a petición de las autoridades del Gobierno Ecuatoriano, enviará expertos internacionales especialmente contratados para desarrollar cualquier actividad técnico-científica de necesidad.

En este punto, el Organismo concibe el servicio de expertos en los siguientes aspectos; podrá enviarse expertos individualmente o en equipo a los Estados Miembros que lo soliciten, para que se los asesore o ayude en esferas generales o particulares de actividad que sean de competencia del OIEA. Los expertos podrán ser funcionarios de la Sede del Organismo o personas ajenas a éste y contratados para misiones específicas.

Por este concepto el Ecuador recibió un beneficio real de aproximadamente 30.000 dólares por año, promedio, a partir de 1979.

EQUIPOS Y SUMINISTROS.- A mi manera de ver, considero que de todos los beneficios que el país recibe del Organismo Internacional de Energía Atómica este rubro merece especial atención pues la CEEA permanentemente recibe equipos y suministros enviados en calidad de donaciones desde el Organismo. Indiscutiblemente que este aporte recibido por la CEEA en representación del Gobierno Ecuatoriano, constituye ayuda significativa en el desarrollo cotidiano de las actividades, programas y proyectos que la CEEA está ejecutando y que en el Capítulo III lo analizaremos pormenorizadamente,

Para brindar este aporte, el OIEA concibe este componente de Asistencia Técnica en los siguientes conceptos; por lo general, los equipos y suministros se facilitan en conjunción con el envío de un experto contratado en el plano internacional; no obstante, puede también facilitar equipos sin necesidad de establecer un vínculo entre tal suministro y la prestación de los servicios de expertos. Además, el Organismo puede ayudar a los Estados Miembros que lo requieran o soliciten para preparar listas de equipos para fines específicos,

Por este concepto, el Ecuador recibió en el año 1985 un aporte del Organismo Internacional de Energía Atómica valorado en aproximadamente 120 mil dólares. En promedio, el análisis de las donaciones recibidas por la CEEA en los cuatro últimos años arrojó un valor de 70 mil dólares,

PROFESORES VISITANTES.- En este componente de Asistencia Técnica el Ecuador no se ha beneficiado en los montos que sería de desear. Ello obedece a que en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica existen funcionarios y profesionales altamente capacitados en las actividades a ellos encomendados.

Considero que en el corto plazo la CEEA deberá establecer un proyecto de asistencia a centros universitarios del país para mediante planes concretos de trabajo establecer determinado tipo de seminarios y cursos de corto plazo en los cuales se pueda aprovechar el componente de Asistencia Técnica analizado.

El Organismo define su política en esta materia de la siguiente manera: se puede enviar profesores a los países que lo requieran para un año académico entero o por períodos de menor duración. También se puede enviar profesores para cursos nacionales de capacitación, conforme se precise.

BECAS.- Este rubro indiscutiblemente que constituyó y constituye el mayor aporte del OIEA al desarrollo de la energía nuclear en el país, pues permanentemente se está proporcionando facilidades de índole económica para que profesionales ecuatorianos de diferentes ramas técnicas y científicas viajen al exterior a especializarse en campos que interesen a las entidades a las que prestan sus servicios. Es así que no únicamente profesionales de la CEEA se benefician de este rubro; técnicos y profesionales de instituciones y entidades como la Fuerza Aérea Ecuatoriana, INECCEL, la Escuela Politécnica Nacional, la Escuela Politécnica del Litoral entre las más importantes han canalizado a través de la CEEA la concesión de becas y cursos que auspicia y promueve el Organismo para lograr un desarrollo más racional y armónico de la energía nuclear en todo el país y primordialmente en todo el continente americano.

Al respecto, el Organismo concibe en los siguientes términos este componente de Asistencia Técnica; las becas pueden concederse como parte de un proyecto de asistencia técnica o sobre una base individual, como contribución directa al programa de energía atómica de un país. Estas becas permiten formar al personal necesario para emprender programas de utilización pacífica de la energía atómica en los respectivos países. Las becas se otorgan por un período de varios meses hasta un máximo de un año. En determinados casos excepcionales pueden concederse prórrogas de hasta otros doce meses como máximo. Estas becas son para candidatos que reúnan las debidas condiciones, cualquiera que sea el nivel de formación académica, y no están reservadas exclusivamente para quienes posean título universitario. Las becas proporcionan al candidato oportunidad de capacitarse en la utilización de la

energía atómica con fines pacíficos, en la forma más apropiada a sus necesidades, que pueden consistir en experiencia de laboratorio, cursos académicos ordinarios, labor de investigación ejecutada bajo la debida dirección, aprendizaje en talleres, prácticas de tecnología, etc. o en una combinación de varios tipos de capacitación.

Las becas no se conceden con la finalidad principal de proporcionar al becario la oportunidad de conseguir un título académico; no obstante, el Organismo no disuade a los becarios de la idea de cursar estudios para conseguir un título si puede hacerlo sin menoscabo del objetivo principal perseguido en su capacitación.

Determinados Estados Miembros han ofrecido becas de larga duración (cuatro a seis años) con las cuales los estudiantes pueden completar un plan de estudios para conseguir un título en una universidad o instituto técnico. Esos estudios han de corresponder a disciplinas científicas o técnicas de interés fundamental para la tecnología nuclear.

Las solicitudes de becas han de enviarse al Organismo por conducto oficial exclusivamente, dándose prioridad a las relacionadas con proyectos que sean de utilidad directa para los Estados Miembros de que se trate.

Dentro de los límites de los fondos y plazas disponibles en el programa ordinario, la selección de los becarios se realiza teniendo en cuenta la formación académica y profesional, su conocimiento de idiomas extranjeros, las necesidades del Estado Miembro interesado, y el número de becas ya concedidas a nacionales de ese Estado; también se piden seguridades de que la formación que reciba el candidato será debidamente aprovechada en la esfera de la utilización pacífica de la energía atómica, por un período mínimo de dos años, una vez que el becario regrese a su país.

La selección de instituciones de estudio para los becarios del Organismo depende de las becas gratuitas ofrecidas por diversos Estados Miembros, y de las plazas existentes en los países que se han manifestado dispuestos a aceptar becarios del Organismo cuya capacitación se financia con fondos del propio Organismo.

Como consecuencia de lo expuesto al inicio del análisis del rubro Becas en lo que hace referencia con el país se puede desprender las dificultades que se tiene para cuantificar en términos económicos el monto total recibido como beneficio en función de país. De todas maneras, se debe expresar que en términos de promedio, en los últimos cuatro años permitió que entre 25 y 30 profesionales o técnicos ecuatorianos viajen al exterior a especializarse en el estudio y las aplicaciones de la energía nuclear con fines pacíficos. Estos estudios se los efectuó en distintos países de América, Asia y Europa.

VISITAS CIENTIFICAS.- El Organismo proporciona a científicos de los países en desarrollo la oportunidad de realizar visitas científicas a centros nucleares de países más adelantados, por un período que no suele exceder de dos meses, a fin de estudiar la evolución de la ciencia y la tecnología nucleares, el funcionamiento y la organización de servicios especiales, los programas de formación profesional y los centros de enseñanza nuclear, y las investigaciones que se realizan en su especialidad. Estas visitas son para ampliar la competencia científica de los especialistas de los países en desarrollo lo que les permitirá contribuir de una manera más eficaz al progreso científico una vez de regreso en su país.

PROYECTOS MULTINACIONALES.- Estas actividades se financian principalmente con fondos del programa ordinario y del PNUD. El Organismo, en colaboración con sus Estados Miembros y con otras organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, patrocina cada año cursos de capacitación. Estos cursos son

de carácter regional o interregional. Quienes participan en ellos tienen oportunidad de estudiar determinadas cuestiones relacionadas con la utilización pacífica de la energía atómica en diversas esferas, de realizar trabajos de laboratorio, de visitar los centros de investigación del país en que se celebra el curso, etc.

Los cursos de capacitación pueden clasificarse en distintos grupos según la índole de su programa: cursos sobre usos generales de las técnicas isotópicas, cursos de perfeccionamiento, cursos superiores y seminarios. Además el Organismo patrocina viajes de estudios en los que grupos de científicos de países en desarrollo visiten institutos nucleares de países adelantados para ampliar conocimientos en sectores especializados. Cuando patrocina proyectos de este tipo, el Organismo se hace cargo de la mayor parte de la labor administrativa; facilita los servicios de un asesor científico y de profesores visitantes, becas y, en ocasiones, equipo. El Organismo anuncia estos cursos a los Gobiernos que pueden proponer candidatos, en cartas-circulares que contienen todos los detalles pertinentes y que se suelen enviar de seis a nueve meses antes de la fecha prevista de comienzo del curso.

En ocasiones, se presta asistencia para la creación de centros de enseñanza y de investigación para un grupo de países. El Organismo facilita también los servicios de asesores regionales en especialidades de interés común para varios países de una misma región. También pueden ejecutarse con fondos del PNUD proyectos en gran escala de considerable importancia económica para los países de una misma región, siempre que los eventuales países beneficiarios respondan a los criterios establecidos por dicho programa.

El Organismo puede ayudar a establecer contactos iniciales entre laboratorios, facilitando servicios de expertos y concediendo becas, para promover arreglos de "laboratorios hermanados", sistema que consiste en vincular instituciones ne-

cesitadas de ayuda de los países en desarrollo con institutos mejor dotados de países más adelantados.

B. LA COMISION ECUATORIANA DE ENERGIA ATOMICA (CEEA)

Considero importante antes de efectuar un análisis de la evolución histórica que tuvo la CEEA, el describir muy brevemente el desarrollo que se dió en el país con respecto a las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, pues en la evolución a la que hago referencia están vinculadas importantes entidades e instituciones de mucho prestigio en el país, que brindaron su aporte significativo al desarrollo de la energía nuclear en el Ecuador.

Así, la Escuela Politécnica Nacional fue la prima institución nacional que realizó aplicaciones de la energía nuclear en el Ecuador; a partir de 1958, se realizan las primeras experiencias en síntesis de piretrinas y rotenonas radioactivas y desde 1961, se inician los trabajos de medicina nuclear, usando Iodo-131 para diagnóstico de enfermedades en la glándula tiroideas. Es interesante anotar que esta iniciativa dio lugar a que varios profesionales médicos se iniciaran en el campo y años más tarde sirvieran con éxito en diversos hospitales de Quito.

La EPN igualmente mediante apoyo del OIEA obtiene una fuente de radiación de 2000 Curies (Ci) de Cobalto-60 con la que se inician experiencias en la impregnación de polimerización in situ de monómeros químicos en madera; se inician además diversos estudios en Química de Radiaciones. Con apoyo del OIEA comienzan a partir de 1966 los primeros trabajos de búsqueda de uranio en el Ecuador. Es interesante también anotar que se inician medidas de radioactividad ambiental,

Mediante apoyo del Gobierno de Francia, la EPN obtiene una fuente de Cobalto-60 de 20,000 Ci que puede ya servir como planta piloto industrial en el empleo de radiaciones ionizantes. La instalación estuvo lista para fines de 1979.

Es interesante anotar las numerosas concesiones de ayuda económica de investigación que el Servicio de Radioisótopos de la EPN ha obtenido del OIEA y de fundaciones particulares de los Estados Unidos (Research Grants).

En el Hospital "Carlos Andrade Marín" el grupo de medicina nuclear fue formado a partir de 1968, cuando se pudo preparar el personal en el exterior. Este hospital tuvo entonces un equipo que para su tiempo era de los más sofisticados y que 12 años después (1980), todavía jugó un papel muy decisivo como herramienta de diagnóstico.

Para 1972, se comenzó a organizar en el Servicio de Endocrinología, un laboratorio de radioinmuno análisis con el apoyo obtenido por la CEEA, del OIEA desde 1977; esto consistía en equipo, expertos y becas, el servicio ha llegado a tener un apreciable desarrollo y sirve en magnífica forma a las necesidades de este hospital.

Aquí es igualmente interesante anotar los numerosos e importantes contratos de investigación que ha obtenido este grupo de trabajo del Hospital "Carlos Andrade Marín".

Dos años después de organizado el grupo de medicina nuclear en la EPN, se organiza el Servicio de Radioisótopos en este Hospital, que con muy pocos medios comenzó a dar un buen servicio.

A partir de 1979, el Ministerio de Salud Pública en acción conjunta con la CEEA y mediante fondos propios y cooperación de Asistencia Técnica del OIEA, inicia un equipamiento real del servicio, disponiendo al presente de uno de los equipos más sofisticados que permiten con toda comodidad, hacer estudios dinámicos en el metabolismo humano. Se confiaba que durante 1979 y 1980, se logre equipar el Servicio para que pueda comenzar a trabajar en radioinmunoanálisis.

El grupo de medicina nuclear se organiza desde 1968 y dispone de equipos similares al Hospital "Carlos Andrade Marín".

A partir de 1974, se comienza a trabajar en radioinmunoanálisis para lo cual este Hospital está muy bien equipado.

Desde 1977, se empieza a equipar el Servicio de Radioterapia en el cual la CEEA ha dado la asesoría correspondiente. Este servicio está a la presente desarrollando actividades.

En el Instituto de Higiene Izquierda Pérez de Guayaquil se pone en marcha mediante aporte del OIEA y de la Organización Panamericana de la Salud, el Servicio de Dosimetría de Película para personal que trabaja con radiaciones. Se inician medidas de radioactividad ambiental. Mediante cooperación del Gobierno del Japón se ejecutaron gestiones para poner en marcha métodos de diagnóstico por medio de radioinmunoanálisis.

A partir del año 1977, y con el apoyo de la CEEA se inicia en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL, Guayaquil) un proyecto de radiografía industrial y se da un curso durante 1979, sobre el tema y otro curso sobre técnicas radioisotópicas. Estos proyectos se han llevado a cabo con el auspicio del OIEA y en cooperación de la CEEA,

Al presente se está planificando en base de este esfuerzo, el establecimiento de un "Centro para el Estudio de Materiales por Métodos no Destructivos".

En diciembre de 1967 y a invitación del Gobierno del Ecuador, la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos (US, AEC) presentó en Quito, por 32 días, la exposición "Átomos en Acción", que constituyó una demostración clara de lo que puede hacer la energía atómica en el desarrollo de un país. La inversión fue de 500 mil dólares. El Director Científico para Latinoamérica de este programa, fue un ecuatoriano, el ingeniero Fausto J. Muñoz Ribadeneira (MSc.)

En junio de 1978, el OIEA designó una misión para evaluar las necesidades de desarrollo de los proyectos de asisten-

cia técnica en curso y el programa de desarrollo en energía atómica del Ecuador. La misión presentó su informe que fue muy favorable para el país y en especial para la CEEA.

Este muy resumido informe sobre la energía atómica en las diversas instituciones del país, se complementa con una breve historia de lo que ha constituido en el Ecuador la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica desde el momento que fue establecida por el Gobierno Nacional.

1. DESARROLLO HISTORICO DE LA COMISION ECUATORIANA DE ENERGIA ATOMICA (CEEA)

La primera disposición que el Gobierno del Ecuador emite en relación a energía atómica, es la celebración de un convenio bilateral con el Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, que es aprobado por Decreto Legislativo s/n del 22 de octubre de 1957, publicado en el Registro Oficial (R.O.) N° 269 del 22 de noviembre del mismo año, que propende al desarrollo de actividades primarias para incentivar este importante campo técnico-científico. El Decreto Ejecutivo N° 2100 del 30 de diciembre de 1957 ratifica el Registro Oficial antes mencionado y se publica en el R.O. N° 467 del 20 de marzo de 1958.

Cuando las Naciones Unidas deciden establecer una entidad que se dedique al fomento de la investigación y aplicación de las ciencias y la tecnología nuclear para fines pacíficos, el Ecuador, por medio de sus representantes, se adhiere a esta decisión el 26 de octubre de 1956 y entra a formar parte del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). El Congreso Nacional aprueba esta decisión del Poder Ejecutivo mediante Acuerdo D.L. s/n del 29 de octubre de 1957, que se publica en el R.O. N° 390 del 18 de diciembre del mismo año. El instrumento de ratificación es depositado y esto se publica en el R.O. N° 479 del 3 de abril de 1958.

Dada la creciente importancia del OIEA y la influencia de la energía atómica en la política internacional, el Ecuador igual que otros países de América Latina y el Tercer Mundo en general, a fin de obtener los beneficios que a nivel internacional se estaban otorgando, establece durante el Gobierno Constitucional del doctor Camilo Ponce E. la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA). El Decreto Ejecutivo N° 1099 del 11 de julio de 1958 que se publica en el R.O. N° 569 del 21 del mismo mes y año, hace Ley de la República a esta iniciativa del Gobierno Nacional.

La CEEA se establece como una entidad adscrita a la Presidencia de la República y por seis años, sin asignaciones presupuestarias, no puede desarrollar ninguna acción a más de tramitar becas para un número significativo de profesionales ecuatorianos que se interesaron en las distintas aplicaciones que ofreció en ese entonces la energía nuclear en el mundo.

Entre 1959 y 1964 la CEEA, como se indicó anteriormente, no había podido trabajar por falta de recursos económicos. El Gobierno Nacional por Decreto del 9 de enero de 1964, deroga la anterior Ley Constitutiva de la CEEA y reorganiza la Entidad mediante el Decreto Ejecutivo N° 23, que se publica en el R.O. N° 157, del 18 de enero del mismo año. Integra su Directorio con cinco miembros, uno de ellos representante de las Fuerzas Armadas (FF,AA.) y adscribe la Institución a la Escuela Politécnica Nacional.

Es aquí cuando comienza verdaderamente a operar en el país la CEEA, y sin lugar a dudas, el prestigio de quienes estuvieron al frente de la misma, su abnegado trabajo y la apropiación de un modesto presupuesto, permite dar los primeros pasos para la incorporación especialmente a nivel educacional, la aplicación de la energía atómica en el Ecuador. La CEEA permanece adscrita a la Escuela Politécnica Nacional hasta el año 1969.

Por decisión del Gobierno Nacional de la República del Ecuador, la Comisión Legislativa Permanente, mediante la Ley 129-CN, expide la Ley sustitutiva de la CEEA, el 6 de mayo de 1970; esto se publica en el R.O. N° 131, del mismo mes y año.

En el Registro Oficial en referencia, por primera vez se considera a la CEEA una institución de derecho público y su Directorio está compuesto por 7 miembros, que en una u otra forma deben tener cierta experiencia en relación a energía atómica. Tanto las universidades, como las politécnicas están representadas, así como los Ministerios de Salud Pública, Defensa Nacional y de Relaciones Exteriores. Se mantiene el mismo presupuesto de operación que es de \$250,000 sucs/año, y la Institución queda adscrita al Ministerio de Salud Pública.

Es de anotar que esta Ley ya toma en cuenta a la energía atómica en función de algunas entidades del Estado que tienen que ver necesariamente con la energía atómica, tanto a nivel nacional, como internacional. Interesante es también el hecho, que la CEEA trató de incorporar en calidad de consultores, a profesionales ecuatorianos que de una u otra forma habían tenido experiencia en el campo internacional en esta rama.

A pesar de los esfuerzos realizados, en esta época la CEEA por razones que se desconocen no logra desarrollarse positivamente, pues no define un programa de alcance nacional.

El Gobierno Nacional teniendo en cuenta la importancia creciente, a nivel internacional, de lo que significaba la energía atómica y las implicaciones que podría tener para el Ecuador, decide reorganizar la CEEA mediante una nueva Ley Constitutiva de la Entidad; esto se realiza por Decreto N° 1250 del 28 de noviembre de 1974, que se publica en el Registro Oficial N° 700 del 12 de diciembre del mismo año,

Esta Ley fue muy interesante pues define por primera vez las responsabilidades de la CEEA en el campo de la política de energía atómica del país y la introducción de la ciencia y la tecnología nuclear en el desarrollo del Ecuador. Da una gran jerarquía a la Institución al ponerla adscrita a la Presidencia de la República, y el Presidente de la Entidad, tiene categoría de Ministro, pues es el Secretario General del Consejo de Seguridad Nacional (C.S.N.). Su Directorio es interministerial y tienen representación los Ministerios de Relaciones Exteriores, Defensa, Educación y Cultura, Agricultura y Ganadería, Salud y la Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica.

El Ejecutivo de la CEEA es el Secretario General y es nombrado por el Presidente de la República, se le exige título profesional y por lo menos cinco años de experiencia en actividades vinculadas con el desarrollo de la energía nuclear en cualquiera de sus campos de aplicación.

Durante 1975 la Presidencia de la República pone en operación el "Plan de Retorno de Profesionales" y se inician contactos con profesionales ecuatorianos residentes en el exterior, a fin de iniciar las gestiones contempladas en la Ley.

Para 1976, se logra que un núcleo de profesionales de amplia experiencia en el campo de las ciencias y tecnología nuclear se incorpore a la CEEA y con la especial colaboración del CSN se establece una oficina donde dan inicio sus actividades.

Para el 1º de mayo de 1976, los profesionales contratados por el Consejo de Seguridad Nacional, quienes habían vuelto al país, mediante el programa de "Retorno de Profesionales", inician las actividades de trabajo y realizan un cuidadoso análisis de la realidad nacional, de los programas de desarrollo que han de llevarse a cabo en muy diversas áreas, así como observan también el futuro del país.

Este análisis dio como resultado un campo posible y muy extenso de actividades en donde la energía atómica podía ser

aplicada con éxito. En unos casos, inmediatamente y en otros, mediante trabajos de investigación básica, dirigidos hacia urgentes necesidades. Se encontró igualmente que habían instituciones en donde ya existía cierta infraestructura básica y actividades en energía nuclear, como era el caso de la Escuela Politécnica Nacional y de varios hospitales y que era necesario respaldar y dar el mejor apoyo a las mismas.

Del análisis de la realidad nacional se llegó a las siguientes conclusiones para septiembre de 1976, las cuales como directivas generales de trabajo, fueron adoptadas por el Directorio de la Entidad:

a) Que era imperativo incorporar la energía atómica en el desarrollo integral del país; esto obligaba a una incidencia de la CEEA en las actividades que se realizaban tanto a nivel público como a nivel privado en el país.

b) Que era imprescindible que se racionalice el uso de radioisótopos y el empleo de radiaciones en el Ecuador y que era de primera necesidad disponer de regulaciones a nivel nacional.

c) Que para que haya un desarrollo armónico en lo técnico y en lo científico, era necesario el establecimiento de un Centro de Estudios Nucleares, y que para el objeto debía existir la máxima transmisión de tecnología.

d) Que para la realización de la política de trabajo, era necesario obtener la máxima cooperación internacional.

e) Que la prioridad de trabajo de la CEEA debía dirigirse a la preservación de la salud y al sector agropecuario.

f) Comunicar al Gobierno Nacional, el resumen del estudio de la realidad nacional y las conclusiones en relación a las necesidades del país y las fases de un programa de desarrollo en energía atómica, tendientes a satisfacer esas necesidades,

Estas directivas generales de trabajo aprobadas por el Directorio de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica pueden resumirse bajo el lema de "La Energía Atómica al Servicio del Hombre Ecuatoriano" y en tal virtud durante 1976, a más de lo anteriormente indicado, se iniciaron las siguientes gestiones:

Hecha la evaluación de la realidad nacional, el núcleo de trabajo de la CEEA, comenzó a actuar diligentemente y en forma simultánea en varios frentes, al mismo tiempo que se hacían los contactos con instituciones de educación superior y entidades del Estado que en una u otra forma podían cooperar en el desarrollo de la energía atómica en el Ecuador.

Para mediados de 1976, el indicado grupo de profesionales inicia la elaboración de un documento base para el Reglamento de Seguridad Radiológica en el Ecuador, participa activamente en asesoría de orden general al Consejo de Seguridad Nacional, así como en diversas Comisiones interinstitucionales del Gobierno, como la elaboración de un proyecto de Ley para Fomento Minero, y sobre la propuesta de una firma extranjera para buscar uranio en el país.

Se definen actividades con la Universidad Central y Facultades de Química y Farmacia, así como de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria y se planifican acciones con la Politécnica Nacional, la Politécnica del Litoral, la Pontificia Universidad Católica.

Igualmente, se inicia la preparación del personal en problemática nucleoelectrónica, en Física de Hospitales. La División de Asuntos Científicos de la Organización de Estados Americanos (OIEA), invitó al Secretario General a presentar en su nombre un trabajo sobre "Inventario de Energía sobre Fuentes no-Convencionales", a Trinidad Tobago y se participó con éxito en las Reuniones de las Autoridades de Energía Atómica de América Latina, en Río de Janeiro, Brasil, en donde el Ecuador presentó sugerencias muy constructivas; y, luego en la XX Asamblea General del OIEA.

En años subsiguientes ya se comienza a cosechar los frutos del trabajo efectuado y es así como en materia legal llegamos al Registro Oficial N° 789 del 23 de marzo de 1979, en el cual se define oficialmente la posición del Estado respecto a la energía nuclear y la CEEA.

Así el Consejo Supremo de Gobierno efectuó las consideraciones a continuación anotadas con el objetivo antes descrito:

Que, el uso de la energía atómica con fines pacíficos, tanto en lo que respecta a su producción directa, cuanto a sus múltiples aplicaciones en diversos campos de la actividad científica y tecnológica, tiene especial importancia para el desarrollo del país;

Que, los minerales radioactivos y otros elementos utilizados en la industria nuclear constituyen una reserva energética estratégica para el progreso y la seguridad nacional;

Que, el desarrollo de la política de la energía atómica en todos sus aspectos, debe centralizarse en una entidad especializada, dependiente de la Presidencia de la República, encargada de programar, ejecutar, coordinar y controlar dicha política;

Que, la política en materia de energía atómica debe establecerse de acuerdo a los intereses nacionales y a los compromisos internacionales legalmente contraídos; y,

En uso de las atribuciones que se halla investido.

Como consecuencia de ello se expide la Ley que a partir de ese momento rige los destinos de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica y que se compone de 5 Capítulos que detallan a continuación:

CAPITULO I

Disposiciones Preliminares

Art. 1.- FORMULACION DE LA POLITICA DE ENERGIA ATOMICA.-
Corresponde al Presidente de la República determinar la política de energía atómica.

Art. 2.- EJECUCION DE LA POLITICA.- La política de energía atómica será ejecutada por el Estado, a través de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA).

Art. 3.- PATRIMONIO DEL ESTADO.- Los yacimientos de minerales radioactivos y otros de interés nuclear son de dominio inalienable e imprescriptible del Estado.

Art. 4.- ENTIDAD ADMINISTRADORA.- Toda actividad relacionada con los yacimientos señalados en el artículo anterior, tales como la prospección, exploración, explotación, beneficio, comercialización, estarán exclusivamente a cargo de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, la cual podrá realizarla por sí misma, en coordinación con otras entidades a fines del Estado, o mediante contratos con terceros.

Por pedido de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica las entidades del Estado están obligadas a coordinar sus acciones relativas a las actividades de dicha Comisión.

Art. 5.- CONTROL DEL ESTADO.- El Estado, a través de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, controlará toda actividad y tecnología relacionadas con los minerales radioactivos, el uso de radioisótopos y máquinas generadoras de radiaciones ionizantes y, en general, con la seguridad nuclear y seguridad radiológica, en todos sus aspectos.

Art. 6.- CONVENIOS INTERNACIONALES.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica será la encargada de aplicar los tratados y convenios internacionales suscritos por el Gobierno, en materia de energía atómica.

Art. 7.- REGLAMENTO DE DEFINICIONES.- Las definiciones técnicas sobre materiales fértiles, fisionables y radiactivos y demás términos relacionados con la energía atómica, se harán constar en los reglamentos respectivos.

Art. 8.- UTILIDAD PUBLICA.- Podrán ser declarados de utilidad pública los bienes necesarios para las actividades determinadas en la presente Ley para la expropiación y ocupación de terrenos, edificios, instalaciones y demás bienes, así como la imposición de servidumbres generales o especiales, de acuerdo a las leyes pertinentes.

CAPITULO II

De la Responsabilidad Jurídica y Funciones.-

Art. 9.- PERSONALIDAD JURIDICA.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica es una persona jurídica de derecho público, adscrita a la Presidencia de la República, goza de autonomía técnico-administrativa y tiene su domicilio y sede en la capital de la República.

Art. 10.- FUNCIONES.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica tendrá las siguientes funciones:

- a) Asesorar al Gobierno Nacional en todo lo relacionado con el uso pacífico de la energía atómica;
- b) Ejecutar la política, planes y programas para la investigación científica, desarrollo, utilización pacífica y control de la energía atómica en todos sus aspectos;
- c) Colaborar, en los aspectos relacionados con la utilización pacífica de la energía atómica, con los establecimientos de educación e investigación científica y tecnológica, así como las entidades que hacen uso de dicha energía en diversos campos, propiciando la investigación, enseñanza y difusión de los conocimientos de la energía atómica;

- d) Asesorar a los organismos del sector público y privado en el uso pacífico de la energía atómica prevención de riesgos, contaminación e higiene ambiental y vigilar para que durante el desarrollo de sus actividades cumplan con las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes;
- e) Participar en las labores de coordinación y promoción de la cooperación técnica, nacional e internacional, para la ejecución de planes y programas en los que tenga interés el país, relativos a la utilización pacífica de la energía atómica y de los materiales fértiles, fisionables y radioactivos;
- f) Participar en las labores de coordinación, control y evaluación de los programas de cooperación técnica y científica internacionales, en los campos de la energía atómica que se desarrollen en el país, y en los cuales la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica no intervenga como entidad ejecutora;
- g) Reglamentar lo concerniente a seguridad nuclear y protección radiológica, particularmente en lo relacionado con la producción, adquisición, transporte, importación, exportación, transferencia, utilización y manejo de los materiales fértiles, fisionables y radiactivos, de los radioisótopos importados o producidos en el país y de las máquinas generadoras de radiaciones ionizantes;
- h) Imponer las sanciones que se establezcan en el Reglamento de Seguridad Radiológica;
- i) Las demás establecidas en la presente Ley y sus reglamentos.

CAPITULO III

De la Estructura Orgánica

Art. 11.- Los órganos de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica son;

- a) El Directorio;
- b) La Presidencia; y,
- c) La Dirección Ejecutiva

Art. 12.- DEPENDENCIAS TECNICAS, ADMINISTRATIVAS Y DE ASESORAMIENTO.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica tendrá las dependencias técnicas, administrativas y de asesoramiento que fueran necesarias para el cumplimiento de sus funciones.

SECCION PRIMERA

Del Directorio

Art. 13.- CONSTITUCION.- El Directorio lo integran los siguientes Miembros, con carácter de permanente;

- a) El Presidente de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica que lo presidirá;
- b) Un delegado del Ministro de Relaciones Exteriores;
- c) Un delegado del Ministro de Defensa Nacional;
- d) Un delegado del Ministro de Recursos Naturales y Energéticos;
- e) Un delegado del Ministro de Agricultura y Ganadería;
- f) Un delegado del Ministro de Educación Pública y Cultura;
- g) Un delegado del Ministro de Salud Pública;
- h) Un delegado del Ministro de Industrias, Comercio e Integración;
- i) Un delegado del Presidente de la Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica.

Los delegados a los que se refieren los literales anteriores, serán preferiblemente funcionarios del correspondiente Ministerio o Entidad. Actuará como Secretario, el Director Ejecutivo, quien tendrá voz pero no derecho a voto.

Art. 14.- ATRIBUCIONES.- Al Directorio de corresponde;

- a) Formular los lineamientos generales, objetivos y metas de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, en armonía con la política sobre energía y desarrollo integral del país, establecida por el Presidente de la República;

- b) Aprobar el plan anual de trabajo de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica;
- c) Formular el anteproyecto de presupuesto anual de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica para su trámite legal;
- d) Aprobar los reglamentos determinados en la letra g) del Art. 10 y los demás que fueren necesarios para la aplicación de esta Ley;
- e) Nombrar y remover al Director Ejecutivo;
- f) Recibir en recursos de apelación, las sanciones impuestas en el Reglamento de Seguridad Radiológica, cuando estas pasen de cinco salarios mínimos-vitales del trabajador en general. El Directorio de la Entidad resolverá este recurso en última y definitiva instancia;
- g) Nombrar un Presidente ocasional de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica en caso de falta o impedimento del titular; y,
- h) Las demás atribuciones establecidas en la presente Ley y sus reglamentos.

SECCION SEGUNDA

De la Presidencia

Art. 15.- TITULAR Y ATRIBUCIONES.- La Presidencia de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica será ejercida por el Secretario General del Consejo de Seguridad Nacional o por un Oficial General de las Fuerzas Armadas en servicio activo o servicio pasivo, nombrado por el Presidente de la República a pedido del Ministro de Defensa Nacional y le corresponde:

- a) Cumplir y hacer cumplir la presente Ley y sus Reglamentos;
- b) Someter a la aprobación de Ministerio de Finanzas y Crédito Público el presupuesto de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica;
- c) Regular la realización de eventos científicos que sobre energía atómica se llevaren a cabo en el país;

- d) Designar representantes o delegados a reuniones nacionales o internacionales a las que la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica sea invitada;
- e) Aprobar previa consulta que deberán formular las entidades interesadas, la designación de sus representantes o delegados a reuniones nacionales o internacionales en materia de energía atómica.

SECCION TERCERA

De la Dirección Ejecutiva

Art. 16.- TITULAR Y ATRIBUCIONES.- El Director Ejecutivo será ecuatoriano por nacimiento, con título universitario o politécnico y experiencia comprobada de 5 años, por lo menos, en actividades relacionadas con energía atómica y le corresponde:

- a) Ejercer la representación legal y administrativa de la Comisión;
- b) Nombrar y remover de acuerdo con la Ley y el reglamento correspondiente a los funcionarios y empleados de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica con la aprobación del Presidente de la Entidad;
- c) Cumplir y hacer cumplir las disposiciones emanadas del Directorio y de la Presidencia de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica;
- d) Elaborar el plan anual de trabajo para someterlo a consideración del Presidente para su aprobación del Directorio;
- e) Elaborar el proyecto de presupuesto anual de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica y poner a consideración del Directorio;
- f) Celebrar los contratos de acuerdo con la Ley;
- g) Elaborar los reglamentos necesarios para la aplicación de esta Ley;
- h) Imponer las sanciones que se establezcan en el Reglamento de Seguridad Radiológica, para lo cual se aplicarán las reglas pertinentes a las contravenciones de cuarta clase, conforme al Código Penal.

CAPITULO IV

Del Personal de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica

Art. 17.- SELECCION: Los funcionarios y empleados de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica serán rigurosamente seleccionados de acuerdo a su capacidad, experiencia y requerimientos de la Seguridad Nacional, de acuerdo al reglamento pertinentes.

Art. 18.- CAPACIDAD DEL PERSONAL: La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica propiciará la capacitación científica y técnica de su personal.

CAPITULO V

Del Régimen Económico

Art. 19.- RECURSOS ECONOMICOS.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica contará con los siguientes recursos económicos:

- a) Las asignaciones presupuestarias que el Gobierno Nacional hará constar en el Presupuesto General del Estado;
- b) Los préstamos internos y externos que obtuviere de acuerdo a la Ley;
- c) Los fondos provenientes de asignaciones y de convenios o contratos con organismos públicos o privados, de fuente nacional o internacional;
- d) Las utilidades que obtuviere de la comercialización de radioisótopos y radiofármacos que la Comisión produjere;
- e) Cualquier otro ingreso no especificado anteriormente.

Art. 20.- ADMINISTRACION Y CONTROL.- La administración y control de los recursos económicos de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica se realizará de conformidad con la Ley respectiva.

Art. 21.- GARANTIA DE LOS PRESTAMOS.- El Gobierno Nacional podrá garantizar los empréstitos que contrate la entidad, previo cumplimiento de los requisitos legales.

Art. 22.- EXENCION DE IMPUESTOS.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica está exenta de todo impuesto a la importación de equipos y materiales necesarios para el desarrollo de sus programas, así como los que graven la adquisición o transferencia de bienes, con excepción del impuesto a las transacciones mercantiles.

Art. 23.- PATENTES EXCLUSIVAS.- La Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica podrá patentar en el país y en el exterior, los resultados que obtuviere de sus investigaciones. Estas patentes pertenecerán al patrimonio del Estado.

A partir de entonces, los logros institucionales empiezan a reflejarse en diferentes ámbitos, pero de todos ellos considero que el más importante está dado por la cantidad y calidad de los proyectos que con la asistencia técnica se llevaron a cabo en los diversos campos de aplicación de la energía nuclear. Así también, se desarrollan actividades de investigación, prospección de minerales radioactivos y se concibe un programa de desarrollo muy visionario y ambicioso, cual es el Centro de Estudios Nucleares de la República del Ecuador.

Dentro de la importancia que encierra cada uno de los programas, proyectos y actividades que lleva adelante la CEEA considero de mayor trascendencia el que tiene relación con la ejecución del Centro de Estudios Nucleares del Ecuador, pues este proyecto en el tiempo se propone aglutinar y centralizar el desarrollo de la energía nuclear en el país,

En los próximos capítulos analizaré de forma más concreta y pormenorizada los proyectos de mayor relevancia tanto en la vida institucional como en las actividades productivas en el marco del desarrollo económico del país.

2. TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES PARA EL
DESARROLLO DE LA ENERGIA NUCLEAR EN EL PAIS

Para llevar a cabo cualquier plan de desarrollo, era indudable, que se requería una amplia cooperación internacional y esta se la buscó tanto en base de los Organismos Internacionales, como por acción bilateral.

Para facilitar esta acción se consideró indispensable que el Ecuador estuviera presente en cargos directivos, tanto en el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), como en la Comisión Internacional de Energía Nuclear (CIEN-OEA), en el primer caso se trató de alcanzar la dignidad para el Ecuador de miembro de la Junta de Gobernadores; y en el segundo, de miembros del Comité Consultivo de la CIEN.

Se cambiaron impresiones con el Ministerio de Relaciones Exteriores sobre el particular y esta Entidad ofreció todo apoyo en las gestiones a ser realizadas.

Se hicieron contactos en forma oficial, tanto con firmas de ingeniería extranjeras, como con las entidades encargadas de la política de energía atómica en los países del área latinoamericana, llamando poderosamente la atención el programa que lleva a cabo Chile en cooperación de la Junta de Energía Nuclear de España. Igualmente, se estudió en detalle el programa argentino.

Al pensarse en el Pacto Amazónico, se cambiaron impresiones de cuál podía ser la participación ecuatoriana en el campo de la energía atómica y con representantes de la Comisión Brasileira, se convino en un plan tentativo para futuras acciones que permitieran al Ecuador asumir cierto tipo de responsabilidades en lo que se relacionaría con el uso de la energía atómica en estudios de Ecología.

Mediante gestión del Ministerio de Relaciones Exteriores, se hacen los contactos apropiados con la Comisión Argentina

y con autorización del Gobierno, el Ministro de Industrias, Comercio e Integración, señor ingeniero Galo Montaña, firma con el señor Ministro de Asuntos Exteriores de España, una carta intención de cooperación económica en el campo de la energía nuclear.

Cumpliendo con el plan de trabajo elaborado en 1976, la CEEA con el decidido apoyo del Ministerio de Relaciones exteriores y de la Junta de Planificación y Coordinación Económica, pudo obtener en 1979 para el Ecuador la dignidad de Miembro del Comité Consultivo de la CIEN en la persona del distinguido catedrático de la Universidad Central, doctor Luis A. Romo Saltos, durante la X Reunión de la CIEN en Lima, Perú en julio de 1977, asistiendo como tal a dicha Junta, en las reuniones de septiembre y noviembre del mismo año.

Por medio del Ministerio de Relaciones Exteriores, se activó y puso en marcha un Acuerdo de Cooperación en el campo de la energía Atómica con Argentina, que, con aprobación del Directorio de la Entidad y del Comité Nacional de Asistencia Técnica, estuvo listo para firmarse durante la visita del Canciller ecuatoriano a Buenos Aires en mayo de 1977. Este Acuerdo de Cooperación fue ratificado por los Gobiernos de Ecuador y Argentina en junio de 1979.

El documento firmado con España por el Gobierno del Ecuador, durante la visita del Ministro de Industrias, ingeniero Galo Montaña a Madrid que ya lo describí anteriormente, abrió el sendero para que con los delegados que integraron la Comisión Mixta Ecuatoriana-Española, que se reunió en Quito, en abril de 1977, llegasen a Quito representantes de la Junta de Energía Nuclear de España (JEN). En esta oportunidad, se aclararon sin duda, conceptos en cuanto a la posibilidad de un futuro desarrollo en energía atómica en el Ecuador. Esto igualmente facilitó que el entonces Canciller ecuatoriano, doctor Jorge Salvador Lara, firmara en Madrid en mayo de 1977, un Acuerdo de Cooperación Económica en el campo de la energía nu-

clear con el Ministerio de Asuntos Exteriores.

Los dos Convenios firmados con Argentina y España son muy beneficiosos para el Ecuador y permiten al país acceso a la ciencia y tecnología desarrollada en este campo.

El Acuerdo firmado con España permitió que durante el mes de agosto de 1977, funcionarios del Gobierno español, vinculados con el campo de la energía nuclear hicieran una visita al Ecuador y es cuando se definieron bases de futura colaboración y se encaminó en muy buena forma el trabajo de la CEEA en lo concerniente a sus actividades encaminadas a presentar al Gobierno el Plan de Desarrollo en Energía A-tómica, para lo que se consideró indispensable la contratación de personal calificado que pudiera cooperar con el Grupo de Trabajo formado bajo el auspicio del Consejo de Segu-ridad Nacional.

C A P I T U L O I I

ASPECTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y POLITICOS

DE LA ENERGIA NUCLEAR

La incidencia e influencia de la energía nuclear en la época actual en todo el mundo, resulta sorprendente, pues sus aplicaciones están orientadas a una muy amplia gama de actividades. Esta incidencia, para enfocarla de forma que permita una fácil y rápida comprensión, considero analizarla desde tres puntos de vista, cuales son, los aspectos sociales, económicos y políticos de incidencia de la energía nuclear, tanto en el contexto mundial cuanto más particularmente en el contexto nacional.

A: ASPECTOS SOCIALES

Al analizar este aspecto, indiscutiblemente que contamos con una muy amplia gama de aplicaciones en la energía nuclear, pero considero de mayor importancia analizar aquellos que en mayor grado coadyuvaron y están coadyuvando al desarrollo de amplios sectores de población ecuatoriana.

Dentro del esquema propuesto, el empleo de radiaciones en agricultura indiscutiblemente tiene capital importancia en nuestro medio por lo cual a lo largo de la historia, una de las batallas capitales que ha venido librando la humanidad ha sido contra el hambre; en ella, no hasta en los últimos cien años se ha logrado que un apreciable sector de la humanidad se alimente satisfactoriamente. Sin embargo, para ver_güenza de un mundo próspero, casi quinientos millones de personas reciben insuficiente alimento o sufren de desnutrición. Para el caso ecuatoriano, la situación es tan o más crítica que el análisis mundial efectuado. Mucho factores influyen en esta trágica situación. En primer lugar, ocurre a menudo

que no se producen o no se importan suficientes alimentos para proporcionar una base satisfactoria para la dieta; en segundo lugar, aunque el mundo o una nación determinada disponga quizás de suficientes alimentos, la distribución de los mismos puede ser tan desigual que muchas personas sufran hambre. En el primero de estos dos casos resulta preciso realizar esfuerzos por aumentar el suministro de alimentos; en el segundo, lo que se impone es una mejor distribución de los bienes de producción y de los ingresos. En la mayoría de los casos es preciso introducir mejoras en ambos frentes.

La tierra -la combinación de suelo y clima- constituye la base más importante para la producción agrícola y de alimentos. En las agriculturas de tipo tradicional, la tierra y la mano de obra representan prácticamente todos los recursos de que dispone la agricultura. Ahora bien, según va evolucionando la agricultura hacia la producción comercial gran parte de los aumentos de producción se deben al empleo de ciertos recursos adquiridos, como los fertilizantes o la maquinaria agrícola.

Es verdad bien sabida, pero verdad al fin y al cabo, que el consumo y la producción de alimentos deben hallarse equilibrados a nivel nacional. Ahora bien, este equilibrio se logra gracias a que los pobres sufren hambre, limitados a una dieta muy inferior a los niveles necesarios para una vida productiva sana. En 1983 había 56 países en desarrollo, entre los cuales lamentablemente se encuentra incluido el Ecuador, en los que el promedio diario de ingestión calorías por persona se halla por debajo del mínimo de las necesidades energéticas, y esto sin tener en cuenta la necesidad de producir como mínimo un 10% por encima de ese nivel, a fin de conseguir un margen para compensar las desigualdades de distribución y consumo de alimentos. A estas dificultades viene a añadirse la casi inexistencia de

mecanismos a nivel mundial para hacer frente a las fluctuaciones en el suministro de alimentos. Teniendo en cuenta la variabilidad del clima y muchos otros factores, se estima que, para lograr una razonable seguridad a nivel nacional en materia de alimentos, se necesita que, las reservas de productos alimenticios transferibles de año a año (nos referimos principalmente a los cereales) representen, por lo menos, el 17 o 18% del consumo nacional. En 1981 las reservas de cereales sólo alcanzaron el 14% del consumo; su nivel más bajo desde la cosecha de 1975-76, que se consideró año de crisis alimentaria nacional.

En los años 1970 a 1980 la producción de alimentos ha venido creciendo a razón de un 2,4% anual. Los años iniciales de ese decenio fueron lentos, registrándose una ligera aceleración en el período intermedio. Pero el decenio terminó con malas cosechas en muchas regiones. La mejor manera de medir la producción de alimentos es apreciar los cambios habidos en la producción de cereales. El consumo directo de cereales, que constituye aproximadamente la mitad de las calorías dietéticas a escala mundial, alcanza el 61% en los países en desarrollo. En los países desarrollados, por cada kilogramo de cereales ingeridos por el hombre, se emplean 2,4 kg como pienso para el ganado.

En las economías de mercado de los países desarrollados, el crecimiento anual de la producción de cereales de 3,3%. Con un crecimiento lento de la demanda, su superávit de exportación creció de 26 millones a 89 millones de toneladas entre los años 1970 y 1980. Los países europeos de economía centralmente planificada, aunque han hecho progresos en la producción de cereales, no han sido capaces de satisfacer su propia demanda, en rápido aumento, y, por tanto, han tenido que recurrir cada vez más a la importación de cereales, la cual alcanzó en 1980 la cifra de 43,5 millones de toneladas.

El crecimiento de la demanda en el país se debe a un rápido aumento poblacional y también a la elevación de los ingresos mínimo vital registrado. Además, el rápido índice de urbanización ha venido a agravar el problema, creando la necesidad de aumentar los suministros comercializados a un ritmo más rápido incluso que el de los suministros totales.

La demanda de cereales es el índice más claro de las modificaciones habida en los ingresos de los pobres, los cuales gastan parte sustancial de sus mayores ingresos en la adquisición de cereales para alimento. Así, cualquier redistribución de la riqueza que pusiera en manos de los pobres mayores ingresos, podría incrementar de manera mas sustancial la demanda de cereales. Si, al mismo tiempo, se aumentara la disponibilidad de alimentos, ello conduciría a mejorar notablemente la nutrición y a una importante reducción en el número de hambrientos.

Con el propósito de proporcionar al lector mejores argumentos con respecto a las perspectivas futuras que tiene el sector agrícola en nuestro medio, siempre y cuando se apliquen tecnologías nuevas en el sector agrícola, a continuación analizo las perspectivas del mundo y la alimentación para el decenio 1990-2000.

Dos estudios recientes llevados a cabo por la FAO proporcionan una base interesante para adquirir una perspectiva en materia alimentaria para la década futura. El estudio sobre proyecciones relativas a productos agrícolas para 1975-1985, basándose en los datos recogidos del pasado y en su extrapolación ajustada al futuro, estima que habrá dos niveles de oferta y demanda de dichos productos. El segundo estudio contempla desde el punto de vista de las normas la agricultura mundial hasta el año 2000 y explora la viabilidad de conseguir una situación agrícola más favorable que la que parecen indicar las tendencias pasadas.

PRODUCCION, CONSUMO Y MERCADO DE CEREALES EN MILES DE

MILLONES DE TONELADAS ENTRE 1990 - 2000

| | 1990 (estimaciones) | |
|---|---------------------|------|
| | Tendencias | 2000 |
| 90 países en desarrollo | | |
| Producción | 518 | 569 |
| Consumo | 590 | 626 |
| Importaciones | 72 | 57 |
| Calorías diarias por individuo obtenidas de la totalidad de alimentos | 2327 | 2447 |
| 34 países desarrollados | | |
| Producción | 975 | 975 |
| Consumo | 857 | 857 |
| Exportaciones | 118 | 118 |
| Calorías diarias por individuo obtenidas de la totalidad de alimentos | 3378 | 3378 |

En el cuadro aparecen ambas estimaciones por lo que se refiere al año 1990. Podemos ver que, si continúan las tendencias anteriores, los países en desarrollo tendrán que afrontar una carga insoportable de importaciones de cereales. Pueden plantearse también dudas sobre la capacidad de los exportadores de los países desarrollados para reservar tan grandes cantidades para la exportación, al mismo tiempo que cubren sus propias necesidades, así mismo, en aumento. En tales condiciones, el resultado probable será un aumento del precio de los cereales, lo que disminuiría la demanda y exigiría niveles de producción algo más altos. En consecuencia sufrirían los países pobres que importan cereales; otro efecto probable sería la reducción de los cereales que en los países desarrollados se destinan a piensos.

Por otro lado, el resultado del estudio demuestra que, con un esfuerzo adicional, con mayor apoyo por parte de los gobiernos, y con una mayor estabilidad política, el mundo podría proporcionar suficientes cereales que aumentarían con-

siderablemente los niveles de consumo individual de alimentos en los países en desarrollo, que redujeran el número de los que sufren hambre, y que pudieran satisfacer así mismo la creciente demanda en los países desarrollados. En este balance mundial mucho dependerá del éxito que se logre en los países de economía centralmente planificada en cuanto a elevar la producción con rapidez suficiente para no originar en los mercados mundiales de cereales una gran demanda de importaciones.

De las estimaciones efectuadas sobre la magnitud de la tierra de labranza potencial existente en todo el mundo, en general, las estimaciones indican que el 25% aproximadamente de la tierra no cubierta por hielos es adecuada para el cultivo, y que actualmente casi la mitad de esa tierra (una extensión aproximada de 1500 millones de Ha.) está siendo cultivada. Del potencial total, se encuentra en países desarrollados, aproximadamente un 30%: (850 millones de Ha.) de los cuales 820 millones de Ha. están ya en cultivo. Por tanto, las posibilidades de ampliar la superficie cultivable son muy limitadas. En los países en desarrollo, tan solo el 40% aproximadamente de potencial está siendo aprovechado y existen notables posibilidades de ampliación. Ahora bien, las tierras en que es posible dicha ampliación se hallan distribuidas de manera bastante desigual entre las distintas regiones y países. Se ha estimado que para el año 2000 una abrumadora mayoría de la población de los países en desarrollo vivirá en países en los que las posibilidades de ampliación de la superficie cultivable habrán quedado exhaustas en gran parte. Al mismo tiempo, algunos de los grandes países tropicales de Sudamérica y de Africa seguirán poseyendo todavía importantes reservas de tierra para su explotación.

Las estimaciones de las pérdidas de tierras cultivables por degradación varían considerablemente y representan a menudo opiniones, más bien que hechos comprobados o datos estadísticos. Los factores que se consideran de ordinario son la

erosión por la acción del viento y del agua, y la salinidad y alcalinidad de las tierras, fenómenos resultantes habitualmente de la introducción del riego en las zonas áridas. Los cálculos efectuados por la FAO estiman que anualmente se desertizan de 5 a 7 millones de Ha.

El otro factor principal de la pérdida de tierras cultivables es su uso con otros fines, entre los cuales los más importantes son los no agrícolas (urbanización, aprovechamiento industrial, comunicaciones, etc.). Se ha estimado que la magnitud de estas pérdidas en Europa occidental entre los años 1963 a 1978 ascendió aproximadamente a 8 600 000 ha. Por lo que respecta a los países en desarrollo, es difícil hacer una estimación.

En el estudio realizado se han hecho estimaciones pormenorizadas de las zonas rurales de 90 países los cuales podrían convertirse en zonas aprovechables agrícola^{mente}. Combinando estas estimaciones con otras efectuadas por lo que respecta al resto del mundo, podríamos decir que, para el año 2000, cabría añadir a las zonas cultivables del mundo unos 180 millones de ha, lo que representaría un aumento del 14%. El 85% aproximadamente de este aumento podría tener lugar en los países en desarrollo, principalmente en Sudamérica y Africa.

El aumento de la productividad de la tierra laborable se puede conseguir por dos caminos: aumentando el número de cultivos cada año, y aumentando el rendimiento de dichos cultivos. Ambas soluciones son importantes, pero en general el aumento de la producción se logra predominantemente mediante un mayor rendimiento de cosechas. Por lo que respecta al período de 1980 a 2000, el estudio realizado estimaba que el 65% aproximadamente del aumento de la producción agrícola en 90 países en desarrollo podría deberse al aumento del rendimiento, mientras que el 25 y 21 % podrían proceder, respectivamente, de aumentos en la superficie cultivable y en la intensidad de las cosechas. En los países desarrollados, la inmensa mayoría del aumento de producción que se espera en el futuro pro

cedería del mayor rendimiento de los cultivos, como ha sucedido en el pasado reciente.

Por tanto, la mejora de la productividad de la tierra ya cultivada es la cuestión central para conseguir el aumento de la producción agrícola. Se pueden adoptar medidas en dos frentes. Por un lado, se necesitan grandes inversiones para el mejoramiento de las tierras. Entre las mejores posibles se cuenta el riego, el drenaje, la protección de las inundaciones, la lucha contra la erosión, y la mecanización de las operaciones agrícolas. El estudio efectuado estimaba que 265 000 millones de dólares de los Estados Unidos, se necesitarían entre 1980 y el año 2000 en inversiones destinadas a mejorar las tierras, si se deseaba lograr los objetivos propuestos de aumentar la producción agrícola. Entre las mejores figuraría la adición de unos 50 millones de ha de tierras de regadío en los 90 países estudiados.

Al mismo tiempo, se necesitarían aumentos importantes de los actuales insumos, especialmente de los que no tienen origen agrícola. Así, entre 1970 y 1980 ha crecido en un 6,5% anual el empleo de fertilizantes inorgánicos, alcanzándose la cifra de 99,4 millones de toneladas de nitrógeno, fósforo y potasio en los años 1977 y 1978. Es probable que en los países desarrollados continúen las tendencias del pasado. En 90 países en desarrollo, para lograr los objetivos de producción expuestos en el estudio realizado, será preciso aumentar el empleo de fertilizantes inorgánicos, elevándolo de 19 millones de toneladas en 1980 a 43,2 millones en 1990. Tan elevadas cifras subrayan la necesidad de optimizar el empleo de los fertilizantes, especialmente teniendo en cuenta las subidas de precio de los combustibles fósiles, que repercuten en el precio de los abonos.

Las crecientes demandas que pesan sobre el factor tierra se traducirán en problemas cuya solución exigirá importantes trabajos de investigación. El primer grupo de tales problemas está relacionado con la creciente degradación del suelo. Las in

investigaciones para aliviar este problema no sólo tendrán que orientarse hacia soluciones físicas y biológicas, sino que dedicar también mucha mayor atención al contexto socioeconómico en el que han de abrirse paso los programas de conservación.

La segunda esfera principal de investigaciones consiste en conseguir un mejor aprovechamiento de suelos de baja fertilidad o cuyo cultivo planteé dificultades. Tal aprovechamiento podría lograrse venciendo los actuales obstáculos, por ejemplo, cambiando las características físicas o químicas del suelo, o elaborando técnicas de cultivo y de producción vegetal que superen los efectos nocivos de esos obstáculos.. Entre los mismos se cuentan la acidez, la salinidad y la toxicidad debida al aluminio.

Finalmente, el sector más amplio e importante es el de las investigaciones que conduzcan a un cultivo más intenso de los terrenos de mejor calidad. Los temas de investigación podrían relacionarse aquí con la explotación óptima de los nutrientes vegetales, con el aprovechamiento de la humedad de los suelos y con la elaboración de técnicas de cultivo que exijan el mínimo consumo de recursos energéticos. Hacer que las plantas sean más productivas exigirá una labor de investigación encaminada a aumentar la eficiencia de la fotosíntesis, la fijación del nitrógeno, la resistencia a las enfermedades y a las plagas, a conseguir mejores métodos de destrucción de las hierbas parásitas y al empleo de la bioingeniería a fin de ajustar los tipos de plantas al logro máximo de los potenciales de producción. Será cada día más importante la mejora de los sistemas de rotación para lograr muchos de los objetivos antes mencionados, según vayan descubriéndose nuevos problemas o haciéndose evidente la inadecuación de ciertos métodos de cultivo.

En consecuencia, para mejorar el suministro de alimentos, desde la fase de producción a la de consumo, es preciso adaptar las técnicas y recursos existentes a las necesidades lo-

cales, así como perfeccionar las tecnologías en la medida en que los conocimientos científicos actuales lo permitan, y llevar a cabo investigaciones que amplíen nuestros conocimientos biológicos y físicos. Se debe fortalecer, además, la infraestructura necesaria para hacer uso de estas tecnologías. Se hace necesario llevar a cabo en el momento actual una labor básica de gran potencial de perfeccionamiento tecnológico, ya que los resultados de esa labor normalmente no influirán en los suministros de alimentos hasta pasados 10 a 20 años. Al mismo tiempo, hay que proteger el medio ambiente contra todo efecto nocivo que pudiera derivarse de una producción agrícola intensificada.

Solamente mediante la existencia de unos vigorosos sistemas nacionales de investigación agronómica se podrá evaluar, adaptar y emplear eficazmente en otros programas nacionales la investigación realizada en un determinado país, acelerando con ello el proceso que conduce desde la investigación hasta la producción y reduciendo los costos de investigación de los programas nacionales.

La necesidad de aumentar la producción agrícola sin consumir una energía excesivamente costosa, y la preocupación del público por la protección del medio ambiente, exigen una movilización de todos los recursos y esfuerzos disponibles. En ese sentido, las técnicas isotópicas y radiológicas han demostrado ser, durante casi dos generaciones, un valioso instrumento de ayuda a los métodos ordinariamente empleados para solucionar determinados problemas.

G.W. Hevesy fue uno de los pioneros en el empleo de los isótopos radiactivos como trazadores en los estudios de rutas químicas y biológicas. Después de diez años de fructífera labor en sistemas puramente químicos, empleó como trazador un isótopo del plomo para estudiar la absorción de plomo por las raíces vegetales. Este experimento clásico se llevó a cabo en Copenhague en 1923 y significó el comienzo de una extensa aplicación de radioisótopos para el estudio de los suelos, de

las plantas y de los animales. La determinación directa de la radiactividad de una muestra se convirtió en un método sencillo, exacto o directo de calcular las cantidades y desplazamientos de un elemento nutritivo dado. Gracias a esta técnica se hizo posible por primera vez distinguir entre elementos nutrientes idénticos provenientes de fuentes distintas tales como el suelo o un fertilizante.

Los estudios sobre la interacción de la radiación ionizante con la materia dieron lugar también a aplicaciones importantes en la agricultura, tales como la inducción de mutaciones en las plantas, la esterilización de insectos, la destrucción de microorganismos, o el retardamiento de procesos naturales como la maduración de los frutos. Merced a la labor por ellos efectuada durante la década de 1920, H.J. Muller y L.J. Stadler vinieron a ser los padres de la mutación inducida. En 1937, Knippling sugirió que en poblaciones reducida de insectos sería posible criar, esterilizar y soltar después los machos procurándose así moderar su reproducción o erradicar la colonia. Por último, en 1898 se comprobó que los rayos X producían efectos letales en ciertas bacterias patógenas y estudios posteriores han dado lugar a aplicaciones prácticas e importantes, como la terapia mediante rayos X de enfermedades en los animales y en el hombre, así como una técnica de conservación de alimentos y de otros productos agrícolas con irradiación.

La extensa aplicación de técnicas nucleares en la solución de problemas alimentarios y agrícolas ganó terreno desde que se pudo disponer de radioisótopos artificialmente producidos de muchos elementos importantes. Más recientemente, se han obtenido isótopos estables de elementos importantes para la agricultura -tales como hidrógeno, oxígeno, carbono, nitrógeno y azufre- a precios asequibles para la comunidad científica. En la actualidad, el empleo de isótopos y radiaciones en la alimentación y en la agricultura han redundado en una mayor rapidez en la resolución de cierto número de problemas

prácticos, ha permitido que otros sean abordados más directamente y, en algunos casos, ha constituido la única vía de solución para problemas tanto teóricos como prácticos. Esta afirmación no se basa en especulaciones teóricas, sino en los resultados de provechosas aplicaciones que desde hace muchos años vienen favoreciendo la producción agrícola tanto en países desarrollados como en desarrollo. Sin embargo, la atención se ha ido centrando cada vez más en los países en desarrollo, los cuales precisan a menudo recurrir a estos eficaces instrumentos como una ayuda para solucionar lo más rápida y eficazmente posible sus apremiantes problemas de producción y almacenamiento de alimentos.

Al respecto y en el mismo contexto internacional la División Mixta FAO/OIEA persigue la resolución de problemas prácticos con relación a la producción y protección de los alimentos, procurando eludir las cuestiones puramente teóricas, fomenta la colaboración con organizaciones internacionales, regionales y nacionales.

El programa conjunto FAO/OIEA se orientó en principio a la resolución de problemas prácticos dentro del marco de la "revolución verde". Respondiendo a esta "revolución" se hizo uso de considerables cantidades de fertilizantes, plaguicidas, etc., los cuales son grandes consumidores de energía. Aunque es preciso seguir haciendo hincapié en el aumento en la producción agrícola si se desea alimentar a la población, el elevado costo de la energía hacia que la atención se oriente hacia una agricultura en que la utilización de estos costosos insumos sea mínima. Ejemplos de ello son un programa coordinado de investigación para aumentar la fijación biológica del nitrógeno atmosférico en los cultivos, o bien un programa sobre el empleo eficaz de los fertilizantes en un sistema de múltiples cultivos.

La crisis de energía acelerará aún más las actividades destinadas a mejorar la denominada "producción sin laboreo", en la cual las cosechas se obtienen sin el gasto energético

que supone el laboreo del suelo y con un menor consumo de agua de riego. Para ello se requiere el empleo de isótopos con el fin de estudiar la fertilidad y el ciclo seguido por los nutrientes en el suelo en tales condiciones.

Por desgracia, es un hecho que muchos insectos han desarrollado una resistencia frente a determinados insecticidas, y hasta algunas especies son inmunes a todos los insecticidas conocidos. Esto ha originado muy graves problemas de producción alimentaria y de higiene en las regiones tropicales y subtropicales. Para proteger una cosecha de algodón, por ejemplo, no es raro que se fumigue esta entre 15 y 20 veces con diversos tipos de insecticida, lo que, naturalmente, entraña graves problemas económicos y ambientales. Por eso, entre las actividades conjuntas FAO/OIEA se encuentran la inducción de mutaciones en plantas para obtener cepas resistentes a las enfermedades y a las plagas, así como el empleo de la técnica de los insectos estériles para luchar contra esas plagas de una manera económica y no contaminante para el medio. Análogamente, la resistencia a los fármacos constituye un problema en la lucha contra las enfermedades parasitarias animales y de otros tipos, y se han puesto en marcha programas para el empleo de isótopos como ayuda a la resolución de tales problemas.

Deben mencionarse, por último, las actividades de irradiación de alimentos que lleva a cabo la División Mixta como medio eficaz de conservar los alimentos, ya que se trata de un proceso "limpio" desde el punto de vista ambiental, que requiere un gasto de energía reducido y que no deja residuo alguno en el producto tratado.

Casi todas las actividades conjuntas FAO/OIEA pueden concebirse como asistencia técnica a los Estados Miembros en desarrollo, no sólo en el sentido clásico de suministrar expertos, equipo y capacitación, sino también mediante el apoyo financiero a contratos de investigación para ayudar a resolver problemas prioritarios. Los programas coordinados de investigación que elaboran conjuntamente científicos de países en desarrollo para acometer estos problemas no sólo

contribuyen a su solución sino que también dan lugar a una interacción que eleva el nivel de conocimientos y de experiencia de todos los participantes, superándose incluso los de las personas más experimentadas del grupo, y que se concreta en una labor de cooperación que se prolonga bastante más allá del término del programa. En muchos casos, el programa de investigación es el detonante que provoca el desarrollo de los proyectos de asistencia técnica en el país, siendo con frecuencia el beneficiario del contrato una persona formada anteriormente en los cursos de asistencia técnica. Existen buenos ejemplos de este tipo de situaciones que se están dando en amplios proyectos en gran escala.

En algunos países desarrollados las técnicas nucleares aplicadas a la alimentación y a la agricultura se han convertido en mayor o menor grado en técnicas rutinarias de laboratorio incluidas en los planes de estudio de las universidades. Este caso, sin embargo, se da raramente en los Estados Miembros en desarrollo. A diferencia de casi todas las demás esferas de aplicación, la información agrícola no es transferible, ya que los sistemas ecológicos agrícolas de los países desarrollados y en desarrollo no coinciden, y que por existir también diferencias individuales, a veces muy importantes, entre los países en desarrollo en materia de suelos, clima y cultivos.

El programa conjunto FAO/OIEA está concebido para llenar este vacío y como ayuda a los esfuerzos de investigación destinados a resolver específicamente problemas de economía agrícola en las condiciones ecológicas y socio-económicas imperantes.

Aunque en el Ecuador aún no se incursiona en procesos y técnicas para la irradiación de alimentos y, consciente de que métodos de esta naturaleza permiten el logro de objetivos nacionales e institucionales en el corto plazo, a continuación analizaré las ventajas que métodos y experiencias en este campo han contribuido al desarrollo más armónico del comercio de productos agrícolas en determinadas regiones del mundo y, especialmente en países latinoamericanos.

Alrededor de una cuarta parte de la producción mundial de alimentos se pierde después de cosechada, a pesar de que existen algunos métodos de preservación de alimentos de fácil utilización. Las pérdidas se producen especialmente en las regiones tropicales, que es donde se hallan situados la mayor parte de los países en desarrollo; ello se debe tal vez a que las tecnologías de conservación de alimentos existentes hoy día no resultan eficientes en esos medios, o a que no son adecuadas para los hábitos alimenticios de la mayoría de dichos países. Los habitantes de esos países están acostumbrados a comprar la comida fresca para su consumo inmediato en el hogar, por lo que probablemente recibirían bien una nueva tecnología que les permitiera conservar la comida fresca por períodos más largos.

La nueva técnica de tratamiento por irradiación puede utilizarse de diversas formas, la mayoría de las cuales permite alargar la vida útil de los alimentos en las condiciones en que se han obtenido. Hace ya muchos años que los científicos estudian el tratamiento de los alimentos por medio de radiaciones. Este sistema prácticamente no produce subida alguna en la temperatura de los productos tratados y, por lo tanto, suele denominársele tratamiento "frío". El pescado, la fruta y las legumbres y hortalizas se conservan frescos, mientras que el estado físico de los productos congelados o desecados permanece inalterado. En los alimentos envasados los agentes causantes de descomposición (bacterias, insectos) se reducen en número o se eliminan por completo, y si el material del que está hecho el envase es impermeable los alimentos no se vuelven a contaminar. La irradiación de alimentos envasados ofrece particular interés en aquellos casos en que resulta difícil observar una higiene completa, como suele suceder en condiciones tropicales.

En los últimos 15 años se han puesto en práctica políticas y programas de tratamiento de alimentos por irradiación en diversos países separadamente, y también en el marco de proyectos respaldados por la FAO, el OIEA y la OMS. Con ellos se

pretende conseguir la aceptación general de la irradiación de alimentos y su aplicación práctica, investigando rigurosamente sus efectos sobre la comestibilidad de los mismos, y su viabilidad tecnológica y económica, y esforzándose por conseguir el comercio internacional sin obstáculos de los alimentos irradiados. El tratamiento de alimentos por irradiación tiene numerosas aplicaciones. Puede emplearse por ejemplo, para: inhibir la germinación de legumbres y hortalizas (patatas, cebollas, ajos); alargar el período de conservación de los productos frescos (frutas, pescado, carne) retrasando la maduración o reduciendo el número de microorganismos causantes de la descomposición de los alimentos; eliminar los organismos patógenos y los parásitos existentes en los alimentos; efectuar la desinfectación de los alimentos; y, desinfectar de microbios las especias y los ingredientes de alimentos de secados.

En países latinoamericanos, se ha concedido la máxima prioridad a la demostración de la comestibilidad de los alimentos irradiados según ha puesto de manifiesto la participación del OIEA en el Proyecto Internacional para la Irradiación de Alimentos (PIIA) y el apoyo acordado a un proyecto coordinado de investigación sobre estudios de comestibilidad. El proyecto internacional se concluyó en 1981, tras haber logrado su objetivo primordial es decir la obtención de datos procedentes de un gran número de estudios toxicológicos y específicos sobre la interacción entre la irradiación y la comestibilidad, la química de los alimentos y los componentes alimenticios tratados. Basándose en estos datos, un Comité mixto de expertos FAO/OIEA/OMS sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados (CMEAI), que se reunió en noviembre de 1980, pudo recomendar la aceptabilidad, desde el punto de vista toxicológico de cualquier alimento irradiado con dosis medias de hasta 10 kilogray (kGy). El Comité consideró asimismo que la comprobación toxicológica de los alimentos así tratados no era ya necesaria. Por lo que respecta a la aceptabilidad de los alimentos irradiados desde el punto de vista microbiológico y de la nutrición, el Comité concluyó que la irradiación de alimentos con una dosis de hasta 10kGy no presenta problemas especiales de nutrición o microbiológicos. Sin embargo, el Comité subrayó que debe prestarse atención a la significación de todo cambio que puede producirse en cada alimento

irradiado en relación con el papel que desempeña en la dieta.

En los tres últimos años se han hecho considerables esfuerzos para difundir en los Estados Miembros información sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados. El vehículo de intercambio de información más importante ha sido la Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS (CCA). En el marco del Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, un grupo de trabajo especial de expertos de la FAO, el OIEA y la OMS, que se reunió en julio de 1981, preparó un proyecto revisado de Norma General para Alimentos Irradiados. El proyecto revisado, que refleja las conclusiones de la reunión del CMEAI de 1980, se distribuyó a los 122 gobiernos miembros de la CCA y a las organizaciones interesadas para que formularan comentarios al respecto. El proyecto revisado de Norma se debatió y enmendó en dos reuniones del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios. La elaboración de la Norma se concluyó con éxito en la reunión de la CCA de julio de 1983, en la cual la Comisión adoptó la Norma General del Codex para Alimentos Irradiados.

El alcance de la Norma señala claramente que lo que en ella se dispone se refiere solo al tratamiento de alimentos por irradiación ionizante. También se da por supuesto que los alimentos tratados por irradiación, lo mismo que cualesquiera otros, estarán sujetos a toda la reglamentación general en materia de alimentos en cuanto a calidad, higiene, peso y medidas, etc. La Norma es válida para todos los alimentos tratados con dosis medias globales de hasta 10kGy, como máximo, y reconoce que la inocuidad del proceso de irradiación de alimentos ha quedado demostrada para su aplicación general hasta una dosis absorbida máxima de 10 kGy. No es este el nivel por encima del cual los alimentos irradiados dejan de ser inocuos; más bien, es el nivel al cual, o por debajo del cual, su inocuidad ha quedado demostrada.

El tratamiento de alimentos por irradiación debe realizarse en instalaciones que cuenten con la correspondiente licencia de la

autoridad nacional competente, que a tal efecto se hallen inscritos en el registro y que funcionen bajo la fiscalización de dicha autoridad. La dosis absorbida no puede comprobarse en el producto mismo una vez que ya circula comercialmente. Aunque se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre los medios de detectar las alteraciones físicas, químicas y biológicas sufridas por los alimentos irradiados, no se han conseguido elaborar ningún método satisfactorio para determinar si un alimento está realmente irradiado; si bien pueden señalarse algunos efectos, no existe la precisión necesaria a los fines de reglamentación y, por lo tanto, el control de la irradiación comercial de alimentos sólo puede llevarse a cabo en las propias instalaciones de irradiación.

Refiriéndose a los "requisitos tecnológicos", la Norma señala que la irradiación de alimentos sólo se justifica cuando responde a una necesidad tecnológica o cuando contribuye a alcanzar un objetivo de higiene alimentaria, y no debería utilizarse en sustitución de prácticas de manufactura adecuadas. Las dosis de radiación aplicadas irán en proporción a los objetivos tecnológicos y de salud pública que se pretenda lograr y serán conformes con una práctica correcta de tratamiento por radiación. El Código Internacional Recomendado de Prácticas para el Funcionamiento de Instalaciones de Irradiación utilizadas para el Tratamiento de Alimentos contiene directrices para la medición cuantitativa de las dosis y para el control de los procesos.

En las disposiciones relativas al "etiquetado" contenidas en la Norma General del Codex para Alimentos Irradiados, se señala claramente que en los documentos de embarque deberá figurar toda la información necesaria para que siempre sea posible identificar el origen de los alimentos irradiados. Algunos productos alimenticios se irradian después de envasados. La Norma General del Codex relativa al etiquetado de alimentos preenvasados de la que se está preparando una versión revisada contendrá disposiciones obligatorias para el etiquetado de esta clase de alimentos. Los alimentos irradiados en

contenedores a granel se declararán como irradiados en los documentos de embarque pertinentes.

Con respecto al etiquetado, en el informe de la reunión del CMEAI de 1980 se señala que "los alimentos irradiados de estar sujetos a los reglamentos referentes a todos los alimentos en general y a cualquier norma alimentaria específica relativa a los alimentos de que se trate. Por lo tanto, no se creyó necesario, con bases científicas, prever requisitos especiales para la calidad, comestibilidad y etiquetado de los alimentos irradiados".

Algunos alimentos irradiados pueden transformarse después en productos diferentes: por ejemplo, con las patatas se pueden hacer patatas fritas; las cebollas pueden convertirse en polvo desecado, la carne de pollo deshuesada en sopa, etc. En el caso de productos que han de seguir elaborándose, una declaración al respecto en los documentos de embarque puede resultar muy útil para informar a los fabricantes de las calidades específicas de que los ha dotado la irradiación, tales como la ausencia de salmonella o la evitación del riesgo de germinación de las patatas o cebollas se conservan en el exterior, etc.

Algunos alimentos irradiados, como las especias, pueden utilizarse posteriormente como ingredientes en alimentos elaborados. No todos los ingredientes de un alimento elaborado necesitan ser irradiados, y normalmente no se declaran los medios de tratamiento. ¿Es necesario señalar en las etiquetas de un producto que solo uno de los ingredientes ha sido irradiado?

A menudo, los consumidores y sus organizaciones piden que se imponga requisitos de etiquetado especiales. Sin embargo, existe considerable confusión e información errónea con respecto a los alimentos irradiados. Cualquier palabra o afirmación que contenga la palabra "irradiado" o "irradiación" es capaz de inspirar temores de un peligro inexistente: esto va más allá de lo simplemente engañoso y puede hacer que el consumi-

dor evite el producto. En el informe de la Reunión de consultores FAO/OIEA sobre comercialización, estudio de mercado y aceptación de alimentos irradiados por los consumidores, distribuido en 1983, se exponen las pruebas científicas de la seguridad de los alimentos irradiados (CMEAI 1980) y se recomienda que no se exija la incorporación de una etiqueta en la que conste el tratamiento. Se deberá informar e instruir a los consumidores por otros medios, ya sea informándoles a través de intermediarios y por los medios educativos, ya sea por medio de la prensa, las organizaciones de consumidores, etc.

Con respecto a las perspectivas de aplicación práctica, la irradiación de alimentos ha quedado establecida como un método tecnológico más de conservación de alimentos. Al principio, su aplicación comercial será probablemente lenta debido a obstáculos específicos tales como la falta de aceptación gubernamental, la carencia de estudios de viabilidad tecnoeconómico realistas, sobre todo en los países en desarrollo, el elevado riesgo económico que supone la inversión inicial en las condiciones de incertidumbre de ejecución existentes en algunos países, y la aceptación por los consumidores.

La transferencia de la tecnología de irradiación de alimentos a la industria y al comercio alimentarios ha llegado a ser parte de las actividades de investigación y desarrollo de muchos países. Se dispone, por ejemplo, de irradiadores a escala piloto y están ya muy avanzados los estudios de mercado en Argelia, Australia, Bangladesh, Chile, Hungría, Indonesia, México, Pakistán, República Democrática Alemana, Tailandia y Yugoslavia. En Filipinas, Ghana, Nigeria y Sri Lanka hay instalaciones piloto planeadas o en construcción.

Se tiene noticias de aplicaciones comerciales en Japón (patatas), en la Unión Soviética (desinfestación de cereales), en Sudáfrica (prolongación del período de conservación de

frutas y legumbres y hortalizas), en Bélgica (especias e ingredientes alimenticios desecados), los Países Bajos (productos de pesca congelados, especias, ingredientes alimenticios desecados), en Hungría (cebollas, pimientos), en Noruega (especias), y en los Estados Unidos (especias). Se estima que la producción total mundial de alimentos irradiados ascendió en 1983 a 35.000 toneladas.

Por ejemplo, en Bangladesh, Bélgica, Brasil, Egipto, Estados Unidos, Francia, Hungría, Indonesia, Israel, Italia, Países Bajos, República de Corea, República Federal de Alemania, Sudáfrica, Taiwan y la Unión Soviética acaban de montarse recientemente instalaciones de irradiación plurifuncionales, o se tienen planes para hacerlo; entre sus aplicaciones estaría la irradiación de alimentos.

No en todos los países en donde se ha autorizado la irradiación de alimentos se aplica en la práctica este tratamiento. Muchas de las autorizaciones se han concedido a condición de que se demuestre la comestibilidad de dichos alimentos. Las aplicaciones prácticas dependen de la eficacia, la necesidad, la viabilidad económica, y las necesidades del mercado. Muchos países en desarrollo exportan frutas, legumbres y hortalizas, granos de cacao, productos pesqueros congelados, hojas de tabaco, etc. Estos productos pueden abrigar plagas de insectos sujetas a restricciones de cuarentena, o estar contaminados a diferentes niveles por microorganismos que son objeto de preocupación pública. Para permitir la importación varios países exigen que se les haya sometido a un tratamiento como la desinfestación o la descontaminación. Una mayor difusión del empleo de la irradiación de alimentos en el mundo occidental constituiría un incentivo para su comercialización en los países en desarrollo aplicándola a cultivos y productos de importancia económica, tales como los productos congelados derivados de la pesca, las especias, el pescado desecado, y las frutas tropicales.

En los países en desarrollo de las zonas tropicales y subtropicales es la crónica escasez de productos ganaderos, principalmente carne y leche. Ello no obedece a una carencia seria de ganado (en realidad, en estos países se halla el 64% de ganado vacuno de todo el mundo, el 51% de ganado ovino, el 94% del cabrío y casi el 100% de los búfalos), sino a que la productividad de este ganado es mucho menor que la del ganado de los países desarrollados de las zonas templadas. La consecuencia más grave que se deriva de esta situación es que, naturalmente, la calidad de la nutrición humana de los países industrializados es notablemente superior a la de los países en desarrollo, circunstancia que pone claramente de manifiesto el hecho de que, mientras el consumo diario de proteína animal per cápita en los primeros es de 75 gramos (g), en los países más pobres es de sólo 5 g/día. Las causas de la baja productividad del ganado de los países en desarrollo son extremadamente diversas; también las estrategias adecuadas para conseguir mejoras difieren entre unas regiones y otras, e incluso dentro de cada una de ellas, y deben tener en cuenta las formas de explotación tradicionales las prácticas sociales.

Hay sin embargo, tres características esenciales del medio ambiente en el que vive el ganado de los países en desarrollo que contribuyen directa o indirectamente a la ineficiencia de la producción: la temperatura o la humedad, o ambas, son elevadas, los pastos son invariablemente escasos y de bajo valor nutritivo, y las enfermedades parasitarias e infecciosas son endémicas. Como resultado de todo ello muchos animales mueren, a menudo muy jóvenes. Los supervivientes crecen lentamente y producen poca descendencia y, por consiguiente, poca leche.

Las actividades de la Sección de Producción y Sanidad Animal de la División Mixta FAO/OIEA se orientan hacia el mejoramiento de la productividad animal en los Estados Miembros en desarrollo. En pocas palabras, la Sección fomenta la investigación aplicada a la mejora de la nutrición, la capacidad reproductora y el estado de salud de las razas de ganado autóctonas

e importadas. En muchos casos, este proceso empieza por la reunión de datos básicos referentes a diferentes tipos de animales criados en ambientes semejantes o diferentes, con el fin de hallar los factores que afectan a la productividad. Una vez determinados estos factores, se pueden emprender investigaciones destinadas a reducir sus efectos mediante la introducción de cambios, a un costo mínimo o nulo, en el sistema de gestión de los animales. Así, el empleo de técnicas nucleares contribuye a que los especialistas del país puedan no sólo determinar los factores condicionantes que actúan sobre la productividad del ganado, sino también reducir sus efectos al mínimo.

En materia de nutrición animal, una gran parte de las actividades de los investigadores de la CEEA se refiere a ganado vacuno, ya que esta clase de animales puede alimentarse en materias de poca calidad, como la paja, el nitrógeno sin proteínas, y algunos subproductos agroindustriales no apropiados para el consumo humano, y convertirlos en productos de gran valor, como leche, carne y lana. En los países adelantados, los sistemas de alimentación animal son intensivos y emplean grandes cantidades de concentrados costosos, que a menudo podrían ser una fuente de alimento para el hombre. En los países en desarrollo, los recursos disponibles para la alimentación animal son limitados; por ello, los esfuerzos realizados para mejorar la nutrición consisten en primer lugar en efectuar investigaciones con el fin de optimizar la ingestión y empleo de pajas y otros forrajes de baja calidad, y descubrir fuentes locales de suplementos de bajo costo utilizando como materia básica residuos de cultivos y otros subproductos agroindustriales.

La escasez de recursos para la alimentación de rumiantes en la mayoría de los países en desarrollo hace que sea de vital importancia optimizar el empleo del componente de más bajo costo de la dieta. Invariablemente éste resulta ser una materia lignocelulósica, como la paja o el forraje, que debe

ser descompuesta por los microbios en el rumen antes de que pueda ser digerida. Normalmente pueden crearse condiciones óptimas para la fermentación de materias lignocelulósicas en el rumen suplementando la dieta con un compuesto de nitrógeno de fácil fermentación, como puede ser la urea. La siguiente medida consiste en incluir en el alimento elementos nutritivos "de paso": es decir, nutrientes capaces de pasar sin degradarse del rumen a los intestinos donde pueden ser digeridos y absorbidos por el animal para satisfacer sus necesidades durante el crecimiento, la preñez, y la lactancia. Se emplean técnicas isotópicas para medir los procesos de fermentación en el rumen, la utilización en él de la proteína y el paso de esta última a los intestinos. Estas técnicas permiten a los investigadores conocer mejor los aspectos básicos del funcionamiento del rumen y del metabolismo del nitrógeno así como hallar nuevas fórmulas para la alimentación de los rumiantes en los países en desarrollo.

Las actividades llevadas a cabo en el país se dirigieron a suplementar con harina de pescado la dieta del ganado ovino que pasta a grandes alturas. Los resultados obtenidos fueron desalentadores cuando se empleó ganado castrado; el suplemento de harina de pescado no produjo ningún aumento de peso. Sin embargo, al suplementarse la dieta de las ovejas durante la preñez y en la época de cría aumentó no sólo el peso final de los animales, sino también el número de corderos nacidos vivos, el peso de los mismos al nacer y el número de corderos destetados. A excepción del crecimiento de la lana, que aumentó cerca de un 50%, ninguno de los cambios fue considerable (alrededor de un 10%), pero sí fueron significativos e ilustran el beneficio que la mejora de la nutrición animal aporta a la eficiencia reproductora. Este trabajo ilustra asimismo el tipo de enfoque de los problemas de la producción animal que la CEEA alienta de manera especial, es decir, un enfoque basado en el examen de los problemas dentro de un contexto multidisciplinario.

La eficiencia reproductora del ganado en regiones tropicales y subtropicales es generalmente más baja que la de los animales que viven en las regiones templadas del país; aquellos alcanzan la pubertad más tarde y tienen ancestros post-parto más prolongados. En realidad, en muchos países en desarrollo se considera normal que una vaca produzca un ternero cada dos o tres años; en los países adelantados es corriente un ternero al año. Un hecho generalmente reconocido es que la producción de carne y leche de los países en desarrollo aumentaría si se aumentase la fertilidad animal, es decir, el número de crías producidas en la vida de un animal. Básicamente hay dos formas de conseguirlo: una, disminuyendo el tiempo necesario para que un animal llegue a la edad de reproducirse (o sea, a la pubertad); y la otra, aún más importante, minimizando el intervalo que media entre el nacimiento de crías sucesivas. Esto lleva aparejado a su vez el cuidar de que la inseminación de las hembras se lleve a cabo en la fase apropiada del ciclo reproductivo, que la preñez se confirme lo antes posible una vez realizada la inseminación, y que después del nacimiento de las crías el ciclo reproductor empiece de nuevo cuanto antes. Todos estos procesos dependen de la acción de las hormonas sobre los órganos reproductores del animal.

La observación de la función reproductora de los animales domésticos se ha visto obstaculizada en el pasado por la falta de técnicas adecuadas para medir los minúsculos niveles de hormonas normalmente presentes en los fluidos corporales. Sin embargo, el desarrollo del radioinmunoanálisis (RIA) y de las técnicas de medición afines ha agregado nuevas dimensiones al estudio y mejoramiento de la reproducción de ganado. Estas técnicas son muy sensibles y específicas, sólo necesitan de pequeñas cantidades de material para realizar el análisis y, debido a que éste se lleva a cabo en un tubo de ensayo, no exige la administración de sustancias radiactivas al animal. Además, no sólo son apropiadas para realizar investigaciones fisiológicas básicas, sino que también encuentran aplicación en diagnóstico cuando se trata de delimitar y resolver problemas de reproducción sobre el terreno.

Para observar la función reproductora de las hembras de la mayoría de especies domésticas es especialmente valiosa la medición de una hormona de la reproducción, la progesterona contenida, en la sangre o en la leche. Ello se debe a que la progesterona es secretada por una estructura situada en el ovario y denominada corpus luteum, que se forma cuando tiene lugar la ovulación y que, por tanto, refleja la función sexual. En las hembras no preñadas, la producción de progesterona crece y decrece siguiendo el ciclo reproductor: es baja antes de la ovulación y alta después. Para que la preñez se mantenga debe producirse progesterona continuamente. La medición RIA de la progesterona contenida en la sangre o en la leche puede utilizarse por tanto, para determinar el comienzo de la pubertad, diagnosticar la preñez o su ausencia, y reconocer la reanudación de las funciones sexuales tras el nacimiento de las crías. También se puede emplear el RIA para observar los efectos producidos por los tratamientos prescritos por el veterinario con el fin de corregir problemas reproductivos, y para diagnosticar trastornos genitales. El ganadero mismo puede recoger las muestras necesarias para el análisis.

Las técnicas RIA son evidentemente una herramienta única para evaluar la importancia de los factores tales como la nutrición, las modalidades de lactancia y la presencia de parásitos como causa de la baja eficiencia reproductora, así como para estimar la respuesta de los animales a prácticas de gestión mejoradas que eliminan o reducen las limitaciones impuestas por los factores mencionados.

Las técnicas RIA se emplean también de manera extensiva en estudios destinados a determinar las características de la función reproductora de especies y razas de animales productores de carne y leche autóctonos de países en desarrollo, por ejemplo, la vicuña y la alpaca de América Latina y el ganado autóctono de África y Asia. Se ha prestado a estos animales mucha menos atención que a las razas de clima templado introducidas en los trópicos, aún sabiendo que están bien adaptadas

a su medio local, y que poseen cualidades de supervivencia que no tienen las razas importadas. Las razas autóctonas, en efecto, un recurso genético precioso, tanto por sí solas como con miras a un posible programa de cruces.

Dentro del componente del programa que se ocupa de las enfermedades animales se dedica actualmente especial atención a las infecciones por parásitos helmínticos y protozorios. Desde el punto de vista económico, tal vez sea éste el grupo de enfermedades más importantes en el Ecuador, causa de cuantiosas pérdidas económicas anualmente. En el programa que se está ejecutando en la actualidad ponen en relieve tres aplicaciones concretas de las técnicas nucleares: el empleo de organismos radioatenuados como posibles vacunas contra infecciones parasitarias, la utilización de sustancias marcadas en pruebas de inmunoanálisis para el diagnóstico de infecciones, y el uso de radiaciones y radioisótopos para estudiar la naturaleza de la respuesta inmune de los animales ante los parásitos, a fin de comprender los problemas que habrá que superar para poder elaborar nuevas vacunas.

El desarrollo y el aporte de la energía nuclear en la industria moderna se la puede sintetizar en los siguientes términos:

La tecnología basada en isótopos y radiaciones es esencial para la modernización industrial. La introducción de esta tecnología ahorra materias primas y energía, mejora la calidad de los productos y la seguridad operacional de las instalaciones y ayuda a proteger el medio ambiente; todo lo cual produce beneficios sociales y económicos tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.

En 1981 se celebró en Francia una Conferencia internacional sobre los usos industriales de las técnicas a base de radioisótopos y radiaciones que atribuyó el significativo aumento en el uso de tal tecnología durante el pasado decenio al desarrollo de nuevas aplicaciones y a las mejoras en la fiabi

lidad de los instrumentos y del equipo. Las ventas anuales de productos irradiados han alcanzado un nivel de entre dos y tres millones de dólares de los Estados Unidos. La actividad total de las fuentes de ^{60}Co instaladas con fines industriales es aproximadamente de 70 MCi, y la potencia instalada de los aceleradores de haces electrónicos es superior a 14 MW. La tecnología de las radiaciones proporciona un instrumento único de procesamiento con las siguientes ventajas: independencia respecto de la temperatura, capacidad para inducir reacciones a baja temperatura, facilidad de control, ausencia de catalizadores, capacidad para inducir reacciones en sustratos sólidos, y reacción de alta velocidad.

El Cuadro 1 contiene una lista de los principales productos industriales obtenidos mediante irradiación. Cubren un amplio campo de aplicaciones y usos, necesarios para la vida cotidiana. Se ha admitido que en muchos casos los procesos por irradiación tienen características superiores, incluido el ahorro de energía, la menor contaminación, la sencillez de los procesos y la calidad única de los productos.

Para desarrollar nuevas aplicaciones de la radioquímica y de los procesos por irradiación, el Organismo Internacional de Energía Atómica lleva a cabo dos programas coordinados de investigación: uno de ellos sobre el empleo de la tecnología de las radiaciones para la inmovilización de materiales bioactivos, como las enzimas, los anticuerpos, los antígenos, las células de los tejidos, y las drogas. En los procesos de irradiación, el biocomponente no es desactivado y no se contamina, porque la inmovilización se lleva a cabo a bajas temperaturas y sin el uso de catalizadores. Hay una amplia gama de aplicaciones potenciales de los materiales bioactivos inmovilizados, tanto en las industrias químicas y alimentarias como en medicina. El segundo programa tiene por finalidad desarrollar nuevos materiales, por ejemplo, membranas de separación (para su empleo, por ejemplo, en la desalación) y materiales biocompartidos, con ayuda de técnicas de injerto por irradiación.

Cuadro 1. Usos industriales de la tecnología de las radiaciones

| PRODUCTOS | USOS | FUENTES DE RADIACION |
|---|---|-------------------------------|
| Polímeros aislantes por entrecruzamiento para alambres y cables | Alambres y cables termoresistentes | Acelerador |
| Espuma de polietileno | Aislamiento térmico, refuerzos, esteras, prendas deportivas, etc. | Acelerador |
| Curado de recubrimientos de superficies | Tableros de madera, acero, azulejos cerámicos, película plástica, papel, etc. | Acelerador |
| Tubería y láminas termoencogibles | Aislamientos eléctricos, protección de ductos contra la corrosión, empaquetado de alimentos | Acelerador |
| Compuestos madera/plástico | Suelos, muebles, artículos deportivos. etc. | ^{60}Co |
| Polietileno injertado en ácido acrílico | Laminación en hoja metálica | Acelerador |
| Degradación de politetrafluoretileno (PTFE) | Lubricantes sólidos | ^{60}Co , acelerador |
| Floculación de polímeros | Tratamiento de aguas residuales | ^{60}Co |
| Síntesis de productos químicos | Detergentes sintéticos, parafina clorada, etc. | ^{60}Co , acelerador |
| Productos superabsorbentes | Paños higiénicos desechables, purificadores de aire, etc. | Acelerador |
| Gomas prevulcanizadas | Neumáticos de automóviles | Acelerador |
| Esterilización de productos médicos | Agujas, jeringas, suturas, láminas, dializadores, vendajes, etc. | ^{60}Co , acelerador |

En Indonesia, dentro del marco del Acuerdo de Cooperación Regional (ACR), el OIEA y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) llevan a cabo un proyecto de demostración sobre tecnología de las radiaciones, encaminado a la transferencia de tecnología a los Estados Miembros en desarrollo.

En el marco de ese proyecto se han transferido tres tecnologías: la vulcanización por irradiación del caucho natural; el curado por haces electrónicos de recubrimientos de superficies de productos de madera; y el entrecruzamiento molecular para la producción de aislamientos de cables. En 1983 entrarán en servicio plantas de demostración a escala semicomercial para la vulcanización del caucho, y para el recubrimiento de superficies con ayuda de aceleradores de haces de electrones. Estas plantas proporcionarán capacitación en el empleo y ampliarán el mercado en 13 Estados Miembros del ACR. Otro gran proyecto sobre las aplicaciones de los haces de electrones en la industria se está llevando a cabo en Egipto con fondos facilitados por el PNUD.

En cuanto tiene relación con esterilización de productos médicos, es el principal criterio de calidad de numerosos productos médicos. En una instalación de radioesterilización, los productos envasados herméticamente y, embalados en cajas de cartón, pasan varias veces, mediante un sistema transportador por delante de una fuente de ^{60}Co . La radiación emitida penetra a través del material de empaquetamiento, destruye los agentes microbianos patógenos presentes en el producto y lo esterilizan. Comparada con las técnicas tradicionales, la radioesterilización tiene las siguientes ventajas: funcionamiento continuo de la instalación de irradiación con el mínimo de mantenimiento y atención; gran fiabilidad operacional; alto grado de garantía de esterilidad; no se emplean sustancias químicas tóxicas; y posible aplicación a numerosos artículos de materiales plásticos.

En el momento actual se hallan en funcionamiento unas 70 plantas en todas las partes del mundo, las cuales ofrecen sistemáticamente amplios servicios de irradiación. Algunas lle-

gan a tener una capacidad de 4 a 6 MCi de ^{60}Co . Como resultado, se dispone ampliamente de productos médicos de uso único, de alta calidad, y esto ha contribuido no poco a la mejora de la salud pública.

Desde 1970 el OIEA, con asistencia del PNUD, viene promoviendo en los Estados Miembros en desarrollo la esterilización por radiaciones, principalmente en Egipto, Hungría, India, República de Corea y Yugoslavia. La asistencia del OIEA y del PNUD a estos proyectos ha ido más allá de la simple demostración de técnicas y la prestación de equipos; se ha concedido especial atención a la creación de servicios industriales de irradiación y se ha demostrado su viabilidad económica. Todas las plantas construidas en los cinco países mencionados se concibieron para alojar fuentes de ^{60}Co de hasta un megacurio. Recientemente, la República Islámica del Irán ha recibido también asistencia técnica del OIEA y del PNUD para iniciar de manera análoga un proyecto de radiosterilización, dentro del marco del programa ordinario de cooperación técnica. El Organismo ha facilitado ayuda a Bangladesh, Filipinas, Ghana y Portugal para crear instalaciones piloto de irradiación con fines de radiosterilización. Dentro del marco del ACR, se celebraron en la India y en la República de Corea, en 1983, 1984 y 1985 tres cursos de capacitación sobre radiosterilización.

Las actividades llevadas a cabo por el Organismo han aportado beneficios técnicos y económicos a estos proyectos de radiosterilización. Los puntos esenciales son los siguientes: transferencia de conocimientos técnicos especializados para la construcción y operación de instalaciones; mejora de la eficiencia de las radiaciones y de la uniformidad de dosis para irradiadores de ^{60}Co de megacurios; y disponibilidad de productos médicos esterilizados de uso único, estimulándose a los fabricantes locales a utilizar los servicios de irradiación y a diversificar su producción con nuevos productos, o fomentando la exportación.

En materia de ensayos no destructivos, la industria concede

cada vez mayor importancia a la mejora de la fiabilidad y seguridad de las máquinas y sistemas, dado que tales mejoras evitan graves accidentes o averías en las líneas de producción. La radiografía por isótopos basada en el iridio-192, cesio-137, cobalto-60, etc. viene usándose ampliamente en procesos de control de calidad de soldaduras y piezas de fundición para maquinaria, ductos y calderas. La importancia de la radiografía industrial se ha demostrado plenamente en grandes proyectos de construcción de centrales nucleares y térmicas, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, y ductos para el transporte de gas natural y de otros productos petrolíferos.

A principios de los años 70, el OUEA ejecutó en la Argentina un proyecto en gran escala financiado por el PNUD sobre ensayos no destructivos destinado a formar el personal especializado necesario para proyectos nucleoelectrónicos e industrias de construcciones mecánicas. Este proyecto se ha ampliado recientemente para formar un proyecto regional latinoamericano para la capacitación de personal de garantía de calidad en países latinoamericanos. Mediante la prestación de equipo, servicios de expertos y becas, el OIEA ayuda al Ecuador, Egipto, Malasia, Pakistán, Singapur, Sri Lanka y Tunes para aplicar la radiografía industrial en la construcción de plantas y de ductos. El marco del programa ACR, y con asistencia del PNUD, se celebrarán de aquí a 1987 tres extensos cursos de capacitación en inspección radiográfica y ultrasónica.

Respecto a deterioro y corrosión, los fabricantes podrían trabajar mucho más eficazmente si se pudiera disminuir la corrosión del equipo de los procesos y el deterioro de las bombas y compresores. Es necesario ensayar los materiales adecuados para la construcción, antes de la selección final, y vigilar las tasas de pérdida por deterioro y corrosión de los componentes críticos, durante su funcionamiento. La introducción del procedimiento consistente en la

activación de capas delgadas, como instrumento para la investigación, ha ayudado a resolver estos problemas.

El material a ensayar se activa con partículas portadoras de pocos microcurios de radiactividad depositadas sobre la superficie en una capa delgada de unos 25 a 300 μm de profundidad y 1 cm^2 de área. El nivel de actividad es muy bajo y no perturba las operaciones de la planta, permitiendo así que los componentes irradiados queden instalados en las plantas en condiciones reales de trabajo. Mediante la vigilancia de los cambios de nivel de radiactividad, se pueden rastrear, en ensayos en funcionamiento, las tasas de deterioro y corrosión. En programas coordinados de investigación del OIEA llevados a cabo en Hungría y Yugoslavia se han obtenido los motores y las máquinas herramientas.

B. ASPECTOS ECONÓMICOS

Por todo lo anotado al analizar la incidencia de la energía nuclear en el mundo y primordialmente en el Ecuador, al describir los aspectos sociales, podemos concluir que a medida que pasa el tiempo, la incidencia de la energía nuclear es cada vez más decisiva y determinante.

En términos netamente económicos debo afirmar categóricamente que la energía nuclear constituye factor trascendental para lograr el desarrollo de los pueblos, países y estados.

El desarrollo tecnológico alcanzado por los países desarrollados y las super potencias del mundo, a partir de la segunda guerra mundial está influenciado directamente por las aplicaciones de la energía nuclear en sus distintos campos de acción, la medicina, la agricultura, la industria para citar casos muy concretos y a la vez muy generales.

En el caso ecuatoriano, hasta la presente fecha no existe la convicción necesaria en los distintos estratos gubernamentales para impulsar definitivamente todas las actividades que viene realizando la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. El impulso a que hago referencia está íntimamente vinculado con las asignaciones gubernamentales para gastos de funcionamiento de la entidad. En el aspecto anotado, indiscutiblemente que se conjugan un sin número de factores que se ven afectados por la realidad económica de la Comisión.

Para la mejor comprensión del problema, a continuación efectuó el análisis concreto de las asignaciones presupuestarias realizadas a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica a partir de 1980, mediante el Presupuesto General del Estado.

Para el año 1980, el Honorable Congreso Nacional aprobó el presupuesto de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica por un monto de 35 millones de sucres, de los cuales el 34% que corresponde a 12 millones se los destinó a inversiones de capital e investigación. Indiscutiblemente que desde ya, esta asignación nos puede hacer llegar a múltiples conclusiones, totalmente negativas para el desarrollo de la energía nuclear en el Ecuador, pues de la asignación presupuestaria total, apenas el 34% se lo invierte en infraestructura institucional. La asignación presupuestaria del Gobierno Nacional ya para la época, esto es 1980 resultaba insuficiente.

En el capítulo anterior se anotó el aporte significativo del Organismo Internacional de Energía Atómica para el desarrollo de la CEEA. Así pues cuantificado este aporte para el año 1980 observamos que se destinaron alrededor de 350 mil dólares para financiar proyectos, primordialmente vinculados con medicina nuclear, prospección de uranio y desarrollo agrícola. Convertido a moneda nacional el aporte de Asistencia Técnica, cuantificado y comparado con la asignación nacional para el desarrollo de la CEEA observamos que, el aporte internacional, únicamente del Organismo sobrepasa el 50% de la asignación nacional.

Se debe anotar que en determinados períodos y, por intereses particulares de determinados países como los Estados Unidos, Francia, Alemania, etc. cada gobierno a través de las entidades especializadas, otorgan aportes económicos específicos para cierto tipo de investigaciones o proyectos. Lamentablemente estos aportes resultan sumamente difícil de cuantificarlos.

En el año 1981, la asignación Gubernamental para gastos de funcionamiento de la CEEA, bordeó los 56 millones de sucres, que comparados con la asignación del año anterior, arrojó un incremento del orden del 62%. En este año, la CEEA empieza la construcción de determinado tipo de instalaciones, netamente técnicas, dentro del Proyecto del Centro de Estudios Nucleares del Ecuador (CENE). Por este motivo, la asignación gubernamental contempla 30 millones de sucres aproximadamente para obras de infraestructura, inversiones y equipamiento.

Es importante especificar que con los recursos económicos descritos se emprendió la construcción exclusivamente de obras de infraestructura para el área que se definió la construcción del CENE.

Para el mismo año, el aporte internacional del OIEA para el desarrollo de programas y proyectos definidos y acordados con la CEEA, a través del componente de asistencia técnica que brinda el Organismo a los Estados Miembros, se lo cuantifica en aproximadamente 600 mil dólares, los mismos que transformados a moneda nacional y comparados con la asignación gubernamental para gastos de funcionamiento de la CEEA, sobrepasan el 50% del aporte gubernamental canalizado a través del Presupuesto General del Estado, efectuado para la entidad rectora del uso y las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en el país.

En 1982, la asignación presupuestaria para gastos de funcionamiento de la CEEA, se lo aprobó en el orden de 42 millones de sucres, detectándose un recorte presupuestario en

relación con la asignación del año anterior en el orden de los 13 millones de sucres, que corresponden al 30%.

De la asignación aprobada, apenas el 35%, esto es 15 millones de sucres se los considera para el rubro de construcciones y otras inversiones. Ante la realidad económica que se describe en el trienio 1980-1982, se puede observar la limitación de recursos económicos de una entidad netamente técnico-científica como es la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. La vida de una entidad de esta naturaleza, indiscutiblemente que constituye la investigación, pero el elemento vital para mantenerla constituyen indiscutiblemente los recursos económicos que se la asigna. En el Ecuador, lamentablemente hasta la época no existe una conciencia científica y la importancia futura de que el país cuente y desarrolle su propia tecnología,

Para este año el OIEA, dentro del desarrollo de programas y proyectos en áreas como exploración de uranio, medicina nuclear, técnicas nucleares para la agricultura e investigación, consideró una asignación total de aproximadamente 500 mil dólares norteamericanos, canalizados a través de todos los componentes de asistencia técnica que tiene definidos el Organismo.

La cuantificación de la ayuda internacional recibida por la CEEA en el año que se está analizando, transformándola en moneda nacional y comparándola con la asignación presupuestaria del Gobierno Nacional para la CEEA, se desprende que la asignación internacional fluye a niveles del 59%.

Para los años subsiguientes, esto es 1983 y 1984 las asignaciones estatales canalizadas a través del Presupuesto General del Estado se las aprobó en el orden de los 40 y 44 millones de sucres respectivamente. Para estos años y con las asignaciones presupuestarias realizadas, el rubro de construcciones y otras inversiones se lo recorta aún más que en el año 1982, esto determina que en los años que se analizan la asignación para inversiones apenas llegue al 22 y 21% del presupuesto institucional contabilizado en los años 83 y 84, respectivamente.

En el contexto internacional en estos años, la CEEA recibió un aporte del OIEA, del orden de los 495 mil dólares norteamericanos para el año 1983 y de 300 mil dólares norteamericanos para el año 1984. Esta aparente disminución de recursos que la institución recibió en los años 1982 y 1983 por parte del OIEA, se debió a que en determinados proyectos de investigación no se cumplieron los cronogramas de actividades previamente definidos y/o propuestos. En estos años, el OIEA, proporcionó asistencia técnica para el Ecuador, en 5 proyectos muy bien definidos. Estos proyectos incursionaron en la investigación de áreas como la física nuclear aplicada, la capacitación superior en física médica, la prospección de uranio, el empleo de técnicas nucleares en sanidad y producción pecuaria y en las inspecciones en materia de seguridad radiológica.

Para 1985, en materia presupuestaria, el Gobierno nacional a través del Ministerio de Finanzas, asignó para gastos de financiamiento de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica recursos que ascendieron a 80 millones de sucres. Para este año la CEEA contó con aproximadamente 100 funcionarios y empleados; el 80% de este personal son profesionales técnicos en distintas disciplinas técnico-científicas. Esta realidad, aunada a las políticas gubernamentales en materia remunerativa no permitió a la entidad invertir en construcciones y otras inversiones en una cantidad muy significativa. En este rubro la CEEA apenas pudo invertir un 20% de la asignación presupuestaria total.

Ante esta realidad, considero que uno de los aspectos más conflictivos que debe afrontar la CEEA en el futuro, es la asignación de recursos económicos por parte del Gobierno Nacional por distintos factores, que indiscutiblemente afectaron, afectan y afectarán el desarrollo coherente y armónico de la CEEA. Dentro de esta realidad considero que existen dos aspectos determinantes que anoto a continuación:

1. Falta de apoyo gubernamental al desarrollo de planes, programas y proyectos institucionales.
2. Recortes presupuestarios fuera de todo conocimiento y realidad institucional efectuados anualmente por el Ministerio de Finanzas

Para este año, el aporte internacional recibido por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica se la cuantificó en el orden de los 780 mil dólares norteamericanos, los mismos que fueron canalizados desde el OIEA para la investigación y desarrollo de 9 proyectos específicos relacionados con la producción de radiofármacos, productos químicos y residuos en la agricultura, técnicas nucleares en la agricultura, física nuclear aplicada, empleo de técnicas nucleares de sanidad y producción pecuarias, inspección en materia de seguridad radiológica, empleo de radioisótopos en la industria y servicios de medicina nuclear.

El aporte internacional recibido por el país para el desarrollo de la energía nuclear, en el año anterior, transformado en moneda nacional, asciende a la cantidad de 103 millones de sucres, que comparados con la asignación presupuestaria del gobierno nacional para gastos de funcionamiento de la CEEA determinó un porcentaje del 25% a favor del aporte internacional.

Considero que el análisis efectuado respecto a las asignaciones presupuestarias del Gobierno y el aporte internacional canalizados desde el OIEA para el desarrollo de programas y proyectos específicos íntimamente relacionados con el desarrollo de la energía nuclear, debe hacer meditar muy seriamente a quienes de una u otra forma estamos vinculados con las entidades e instituciones científicas del país y/o aquellos funcionarios del más alto nivel gubernamental que tienen poder de decisión, para rectificar procedimientos mantenidos hasta la presente fecha y que, de una u otra forma han limitado el desarrollo técnico-científico del Ecuador.

Resulta evidente pues, que esta limitación de recursos económicos históricamente puesta de manifiesto, en detrimento del desarrollo institucional y obviamente en el logro de los objetivos propuestos por la CEEA, está repercutiendo no solamente en contra de los intereses institucionales sino, como es lógico concluir afecta los altos intereses del país mirado desde dos puntos de vista:

- En el campo interno, pues no ha permitido el desarrollo de planes, programas y proyectos que beneficien en el corto plazo a grandes sectores sociales del Ecuador. Al respecto, todos estamos convencidos del potencial agrícola y agroindustrial con que cuenta el país, que lamentablemente no se lo explota racionalmente. En los actuales momentos observamos los esfuerzos del gobierno nacional por promover las exportaciones de productos nacionales. En este campo y para citar un ejemplo, distintas técnicas de irradiación de alimentos y productos agrícolas, aplicadas racionalmente, de acuerdo a las necesidades nacionales pueden contribuir de forma significativa a la comercialización en el exterior de distintos productos nacionales, principalmente de la sierra ecuatoriana, que por su corto período de maduración no ha sido posible exportarlos.
- En el campo externo, al enfocar y analizar el desarrollo de la tecnología nuclear de nuestros vecinos, Perú y Colombia, podemos observar que sus planes de trabajo, y primordialmente los logros obtenidos son muy significativos, especialmente en el caso peruano, pues se conoce que las investigaciones científicas de aplicación de la energía nuclear están orientadas, en fases iniciales, a las aplicaciones militares. Es incuestionable que esta realidad debe hacer meditar muy concienzudamente a nuestros gobiernos para impulsar de forma categórica el desarrollo de la CEEA en el Ecuador.

C. ASPECTOS POLITICOS

El desarrollo de la energía nuclear en el mundo entero, a partir de la segunda guerra mundial, como ya se manifestó

anteriormente, juega un papel preponderante en el desarrollo de los pueblos, más en aquellos países desarrollados y super potencias mundiales.

En términos netamente políticos, tópico que debo tratar, considero que el desarrollo de la energía nuclear ha tenido, tiene y tendrá a lo largo de la historia de la humanidad una ingerencia directa en acontecimientos mundiales, que en un momento dado puede influir en el destino del hombre sobre la faz de la tierra.

Es muy conocido el desarrollo técnico y tecnológico que en los momentos actuales tienen las dos super potencias mundiales, pero este desarrollo no tendría mayor trascendencia en el resto del mundo si, estos países no contarían con todo el poderío nuclear del cual hacen gala. Este factor, que en los actuales momentos constituye parámetro determinante del potencial y el mayor o menor grado de desarrollo de los países, incide en forma directa en la política mundial; es así, el temor y respeto que se tienen las dos super potencias, Estados Unidos y la Unión Soviética. Personalmente considero que toda la política internacional de estos países está basada en el poderío nuclear con que cuentan y en las aspiraciones hegemónicas, que individualmente tienen, por conquistar el mundo entero.

Frente a esta realidad y con el propósito de precautelar los intereses de la comunidad internacional, el Organismo Internacional de Energía Atómica tiene definidos un sin número de procedimientos que coadyuven a normar y controlar el desarrollo de la energía nuclear con fines militares, en todos los Países Miembros. Estos procedimientos están definidos en las salvaguardias y, a continuación, por considerarlo de mucha importancia para el desarrollo futuro del mundo entero en general y de nuestro país en particular, analizo esta realidad a muy grandes rasgos.

En el contexto mundial se ha sugerido que ciertas características del sistema de salvaguardias del OIEA podrían adaptarse para ser utilizadas en la verificación de los acuerdos in

ternacionales sobre control de armamentos y desarme. A primera vista, los conceptos y técnicas que utiliza el OIEA para comprobar que los Estados no fabriquen armas nucleares (ni utilicen la energía nuclear con otros fines militares) debieran tener amplia aplicación en las medidas del control de armas nucleares y del desarme. Sin embargo, el sistema de salvaguardias del OIEA tiene varias características propias que lo diferencian señaladamente del método de verificación de los acuerdos de control de armamentos, tales como los tratados SALT (que fijan límites para los tipos, potencia o número de cabezas nucleares, proyectiles o plataformas de lanzamiento) o los acuerdos de desarme (concebidos para verificar la destrucción y prohibición de armas químicas, radiológicas, bacteriológicas y, eventualmente nucleares y los medios para su utilización).

Las diferencias principales son las siguientes:

Las salvaguardias del OIEA controlan una actividad potencialmente pacífica llevada a cabo en todo el mundo, para cuyo fomento ha sido concebido el OIEA. Los acuerdos de control de armamentos y de desarme sirven para verificar la existencia de una actividad exclusivamente militar (que debe ser limitada o prohibida) en la que generalmente participa un reducido número de países y, en último extremo, sólo las dos superpotencias.

Por lo general, el OIEA sólo comprueba instalaciones declaradas y no puede inspeccionar las instalaciones no declaradas. Las medidas de control de armamentos o de desarme pueden incluir el derecho de inspección, por lo menos a escala limitada, para las actividades no declaradas.

Las salvaguardias del OIEA no impiden ni las actividades militares de los Estados poseedores de armas nucleares ni las actividades militares (no explosivas) que se permiten a los Estados no poseedores de armas nucleares, que son Parte del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP).

A pesar de estas diferencias, las salvaguardias del OIEA han abierto un camino que puede ser muy importante para el control de armamentos y el desarme. El logro principal ha sido la aceptación del principio de las inspecciones institucionalizadas sobre el terreno y de medidas ajenas de verificación. Esto puede considerarse como una renuncia voluntaria de soberanía nacional o un ejercicio constructivo de esa soberanía. Y algunos de los conceptos desarrollados para las salvaguardias del OIEA, especialmente los de contención y vigilancia, pueden claramente tener extensas aplicaciones en el control de armamentos y el desarme. Incluso la medida básica de las salvaguardias del OIEA -la contabilidad de materiales- puede ser de aplicación en ciertos procedimientos de desarme, particularmente cuando se trata de la producción de armas químicas.

Esencialmente los elementos principales de las salvaguardias del OIEA son necesarias debido a las características físicas de ciertos materiales nucleares que hacen posible su utilización tanto en actividades pacíficas como explosivos para armas de destrucción masiva

El sistema consiste en una contabilidad detallada de la producción, consumo, movimiento y pérdida de materiales nucleares durante su circulación a lo largo del ciclo nuclear con fines pacíficos. Una característica clave del sistema es que el OIEA envía sus inspectores a todas las centrales nucleares salvaguardadas para comprobar los informes que el Estado envía al Organismo señalando todas las entradas, salidas, producción y pérdida de materiales nucleares: en otras palabras para verificar la información recibida por el Organismo. Esta contabilidad se complementa con medidas de contención (como el uso de características físicas de una instalación para comprobar que el material nuclear sólo puede trasladarse a lo largo de ciertas vías o en ciertos momentos, el empleo de precintos, etc.) y medidas de vigilancia (como instalación de cámaras fotográficas, circuitos cerrados de televisión, sensores, mecanismos para el recuento de elementos combustibles o medidas aún más complejas, tales como el sistema

"Recover", que consiste en la verificación continua a distancia. Es un sistema seguro de comunicación que utiliza pequeñas computadoras y líneas de teléfono público para verificar a distancia la situación de los dispositivos de salvaguardias, tales como cámaras, precintos, monitores, que se han montado en diversas instalaciones nucleares en todo el mundo. El OIEA está llevando a cabo un programa intensivo de desarrollo y comprobación del sistema "Recover" con ayuda de varios de sus Estados Miembros.

Estas medidas técnicas de salvaguardias están apoyadas por un aparato político que comprende los servicios jurídicos y de política de la Secretaría del OIEA, supervisados por la Junta de Gobernadores.

La aplicación de tal sistema se ha hecho mucho más fácil gracias a una serie de factores. Entre ellos figura el hecho de que la radiación emitida por los materiales nucleares permite su fácil detección y su medición exacta. Su toxicidad y el peligro de criticidad obliga a los explotadores de centrales nucleares a adoptar precauciones particularmente estrictas, a efectuar mediciones precisas y a mantener registros minuciosos de existencias, entradas, salidas y pérdidas. A los efectos prácticos, las salvaguardias se aplican a un solo elemento, relativamente escaso y de precio muy elevado -el uranio (y su subproducto, el plutonio)- en el momento en que pasa a través de uno de los ciclos actuales del combustible nuclear. En los años en que se comenzó la publicación de las salvaguardias, sólo muy pocos países poseían materiales nucleares y estos materiales eran escasos y costosos: fuera de esos países, no había existencia alguna de tales materiales y sólo había relativamente pocas fuentes de suministros. En resumen, la producción, utilización y diseminación de materiales nucleares y la construcción de nuevas centrales para producirlos, tratarlos o utilizarlos, podían entonces detectarse con relativa sencillez y precisión.

Como regla general, el sistema de contabilidad de las salvaguardias del OIEA, aparte, por supuesto, del principio de la inspección sobre el terreno, sería poco o nada pertinente tan to para los acuerdos sobre el control de armas nucleares o so bre la destrucción y prohibición de las armas existentes, sean nucleares, químicas, radiológicas o biológicas.

Hay dos excepciones, la primera de ellas sería un acuerdo pa ra detener en los reactores, plantas de reelaboración e ins-relaciones de enriquecimiento de carácter militar de los Es-tados dotados de armamento nuclear la producción de plutonio y de uranio muy enriquecido destinados a la fabricación de armas. En este caso la aplicación de las técnicas de conta-bilidad de materiales no se diferenciaría, salvo en un parti-cular, de las utilidades para salvaguardar las plantas no mi litares de reelaboración y enriquecimiento.

La segunda excepción es la de categoría más amplia en la que entran otros materiales que, como el uranio y el plutonio, pueden servir para fines pacíficos o militares. Se inclu-yen en esta categoría algunos agentes de guerra química. Se ha propuesto la imposición de controles a las instalaciones donde esos materiales se producen industrialmente: tales po drían ser las inspecciones regulares in situ realizadas por un organismo internacional de control.

Si bien las técnicas de contabilidad de materiales podrían ampliarse de esta manera, existirían considerables proble-mas prácticos a causa de la magnitud, dispersión y diversi dad de la industria química y de la relativa facilidad con que pueden modificarse muchos de los procesos químicos. Estos factores, que han hecho relativamente fácil la conta-bilidad del material nuclear, no son plenamente aplicables a la industria química. Las características físicas de las sustancias con que se obtienen los agentes de guerra quími-ca no permiten, por lo general, la exactitud y precisión de las medidas que es característica de las sustancias radiac-tivas. (Hasta cierto punto, esto se ve compensado por el hecho de que las cantidades empleadas en la producción de a gentes de guerra química pueden ser superiores a las que se

necesitan en el caso de las armas nucleares). En comparación con el ciclo del combustible nuclear, son muchas las sustancias y procesos que intervienen, y podría ser mayor la posibilidad de que se inventasen nuevos agentes de guerra química o procesos para su producción. La tecnología industrial de la rama química se halla ya muy difundida, es posible disponer fácilmente de materias primas de muy distintos tipos, y probablemente existen en numerosos países grandes reservas de productos químicos de doble finalidad. El desarrollo de armas binarias, que combinan las dos sustancias químicas completamente diferentes, podría complicar aún más la labor de verificación.

Con todo, esta cuestión merece un estudio serio y detallado. De demostrarse que resulta viable adaptar las técnicas de contabilidad nuclear, ciertos elementos del sistema de salvaguardias del OIEA podrían brindar indicaciones útiles, por ejemplo:

El requisito de que el Estado cree un sistema nacional de contabilidad y control de materiales. El OIEA verifica la información proporcionada mediante ese sistema adoptando ciertas medidas entre las que se encuentran las mediciones y observaciones independientes.

Aunque el OIEA está obligado jurídicamente a aplicar salvaguardias a todo el material nuclear de los Estados adheridos al TNP que no poseen armas nucleares, la responsabilidad de la declaración de todo ese material al OIEA y de la exactitud de los informes ulteriores recae en el Estado.

Los procedimientos técnicos del sistema de salvaguardias del OIEA (TNP) por lo que respecta a registros, actas e inspecciones, se los puede definir en los siguientes términos:

La jerarquización de los fundamentos jurídicos consistentes en: el Tratado, como pilar básico (Estatuto del OIEA, o TNP;

el sistema de salvaguardias concebido para llevar a efecto ese sistema; el acuerdo de salvaguardias general convenido por el país de que se trate y ampliado por unos "arreglos subsidiarios" detallados, de índole técnica, y, por último, por un "documento adjunto" relativo a cada instalación.

La clasificación de las inspecciones en tres categorías: una ad hoc, que corresponde esencialmente a la fase inicial; otra, de rutina, que corresponde a las operaciones normales; y otra especial, cuando se dan circunstancias excepcionales; los derechos de acceso son distintos para cada categoría.

La limitación de los accesos para las inspecciones de rutina a "puntos estratégicos" predeterminados, excepto en circunstancias excepcionales. (Esta limitación se concibió principalmente para proteger los secretos industriales y comerciales y para reducir la "carga de trabajo" que suponen las inspecciones para los operadores de la central. Sin embargo, en ciertos casos, esto actúa en contra de una verificación efectiva).

Los métodos y técnicas concebidos para efectuar muestreos y análisis, especialmente en instalaciones en las que se maneja material líquido, gaseoso, pulverulento y en otras formas no discretas. Al fin y al cabo, las plantas de reelaboración y conversión nuclear no son sino plantas químicas industriales especializadas.

Las técnicas de contención y vigilancia podrían ser utilizables en muchos más casos que la contabilidad de materiales. Por ejemplo, los instrumentos y técnicas de contención y vigilancia creados por el OIEA (como son los precintos, las cámaras de vigilancia, los circuitos cerrados de televisión con video, los sensores, los sistemas Recover) podrían utilizarse para el precintado y vigilancia de las instalaciones, almacenes o agentes de guerra química objeto de aislamiento controlado en espera de que sean destruidos o se apliquen a usos puramente pacíficos.

Estas técnicas podrían aplicarse de manera análoga, en caso necesario, para vigilar la demolición o conversión de plantas concebidas para la producción de armas biológicas (prohibidas según la Convención de 1972, aunque es preciso observar que en ella no se detallan procedimientos de verificación).

En el mismo caso se contrataría la propuesta conjunta EEUU/URSS de 1979 para que se establezca un tratado de prohibición de las armas radiológicas. Por lo que respecta a la verificación, el caso es análogo al de la Convención sobre las armas biológicas, es decir, se prevé la posibilidad de someter cualquier problema que pudiese surgir para que fuese investigado por un comité de expertos en funciones de asesoramiento, así como de cursar quejas al Consejo de Seguridad, pero sin aludir a medidas de verificación técnica.

Como ya se ha visto, todos los acuerdos sobre control y limitación de armamento conlleva la verificación de actividades estrictamente militares que se permitirá seguir realizando en menor escala o con limitaciones. Las técnicas de contabilidad de materiales y sus medidas de contención y vigilancia que utiliza el OIEA, de aplicarse por una organización internacional (o incluso por otro Estado), supondrían un grado de intromisión en actividades militares que tienen carácter secreto, solución que ni siquiera cabe plantearse dada la situación actual.

Ya existen ejemplos concretos de esto. El Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP) no prohíbe el empleo de materiales nucleares para actividades militares en que no se empleen explosiones: por ejemplo, el combustible de los reactores de los submarinos o de otros buques de guerra.

Por otra parte, en el momento actual no es concebible que se permita a los inspectores internacionales controlar la

presencia del combustible nuclear en las naves de guerra y aplicar las salvaguardias de las mismas. Por lo tanto, el acuerdo de salvaguardias tipo del TNP debe tener en cuenta el caso de que un Estado proyecte "ejercer su facultad discrecional" para utilizar en tales actividades no sometidas a salvaguardias materiales nucleares que de otro modo debieran estar sometidos a salvaguardias. En dicha disposición (Artículo 14 del documento INFCIRC/153) se prevé la suspensión de las salvaguardias cuando el uso militar de los materiales nucleares esté "permitido". Se prevé también la concertación de un acuerdo especial entre el OIEA y el Estado que contraerá varias obligaciones, entre ellas la de informar al OIEA, hasta que los materiales nucleares vuelvan a adscribirse a una actividad nuclear con fines pacíficos (por ejemplo, la reelaboración).

Si se consiguiese llegar a un acuerdo para disminuir parcial o totalmente las armas nucleares y para prohibir que se sigan produciendo algunas de las técnicas de contención y vigilancia utilizadas en las salvaguardias podrían ser útiles, especialmente durante el período de transición, en que tal vez hubiese que precintar o someter a aislamiento controlado instalaciones de diversos tipos en espera de demolerlas definitivamente o de aplicarlas a fines pacíficos. Este aislamiento controlado tendría que correr parejo con una inspección regular in situ, en la que, por ejemplo, se comprobaría que no había interferencia en los recintos.

Uno de los problemas que impide una prohibición total de pruebas nucleares estriba en encontrar un medio adecuado y aceptable para la verificación de explosiones nucleares inferiores a los 150 kilotonnes, es decir, el límite estipulado por el Tratado sobre la limitación de los Ensayos (hasta el momento no ratificado pero que si, según parece, está siendo respetado). Entre las cuestiones que se plantean están la de si los instrumentos sísmicos de que se dispone pueden distinguir entre ensayos nucleares de poca intensidad y fenómenos nucleares, sobre todo pequeños sismos, y si se debe permitir que la otra Parte o Partes realizasen inspecciones in situ (y, de ser así, en que número) para examinar los casos dudosos. A primera vista, no parece que haya ningún método de salvaguardias

nucleres aplicable, aunque la experiencia del OIEA en la creación de instrumentos a prueba de interferencias tal vez fuese útil para desarrollar dispositivos de registro de movimientos sísmicos o tectónicos sin necesidad de la presencia de observadores.

El OIEA está concebido para promover y verificar el uso de la energía nuclear. Naturalmente, los aspectos promocionales de su labor y de su estructura no tienen una relación directa con las medidas de control de armamentos y de desarme. Con todo, ciertos aspectos de la estructura y procedimientos políticos y administrativos de que se vale para llevar a cabo sus actividades de salvaguardia tal vez puedan señalar orientaciones para otro organismo de control internacional que se pudiese crear. Algunas de tales orientaciones podrían ser:

Las disposiciones estatutarias del OIEA: En ellas se autoriza al OIEA a aplicar salvaguardias, se definen las atribuciones que debe tener este Organismo para aplicar con eficacia dichas salvaguardias, que se describen en términos generales. Otorgan autoridad a la Junta de Gobernadores para supervisar las actividades de salvaguardia y juzgar las contravenciones de las normas aceptadas. Autorizan a la Junta para aplicar determinadas sanciones por tales incumplimientos, entre ellas el envío de informes a los Estados Miembros, a la Asamblea General y al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas.

Los procedimientos seguidos para articular el sistema de salvguardias: El TNP confía al OIEA el cometido de verificar la observancia de las principales obligaciones de los Estados no dotados de armamento nuclear que son Parte en dicho Tratado, y recaba de estos que concierten acuerdos de salvaguardia con el OIEA con este fin y dentro de determinados plazos, hasta un máximo de dos años. Así, después de que, en mayo de 1970, el TNP entrase en vigor, la Junta de Gobernadores del OIEA creó un Comité de salvaguardias tipo. Esto permitió que los Estados sin armamento nuclear que estuviesen interesados participasen en la concepción de las

salvaguardias que se les aplicaría si más tarde fuesen Partes en el TNP. Los plazos fijados en dicho Tratado significaban que el Comité tenía que concluir su tarea rápidamente. (Y así lo hizo: 9 meses).

La estructura del Departamento de Salvaguardias; Se ha considerado necesario disponer no solamente de divisiones operacionales formadas por inspectores (basadas en un planteamiento más geográfico que funcional) sino también de divisiones o dependencias de investigación y desarrollo (especialmente para crear instrumentos y métodos nuevos); de tratamiento de la información; de control de calidad y evaluación de las operaciones; así como para realizar otras funciones, como las de capacitación de los inspectores.

La experiencia del OIEA en la concepción y puesta en práctica de sus dos sistemas de salvaguardias puede aportar también orientaciones útiles. Son ejemplo de ello los procedimientos creados para acreditar a los inspectores,... y los problemas con que el OIEA ha tropezado a este respecto.

La creación de una zona libre de armas nucleares en América Latina en virtud del Tratado de Tlatelolco es una de las contribuciones más admirables realizadas por los países de la región al ideal político de la paz y al derecho internacional aplicado al desarme. Constituye también una medida adecuada y eficaz para el logro de una de las mayores esperanzas de la comunidad internacional, al desarme general y completo.

La idea de una zona libre de armas nucleares surgió inicialmente en la década de los 50. El primer éxito, que se obtuvo en los espacios deshabitados de la Antártida, consistió en la prohibición de las armas, explosiones nucleares y evacuación de desechos radiactivos en la región. Evidentemente el Tratado no afectaba a ninguna población. Otro instrumento valioso en esta esfera es el Tratado por el que se prohí-

ben los ensayos con armas nucleares en la atmósfera, el espacio ultraterrestre y debajo del agua, conocido como Tratado de Moscú porque se firmó en dicha ciudad en 1963. Igualmente conviene mencionar otros dos tratados: el Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes y el Tratado sobre prohibición de emplazar armas nucleares y otras armas de destrucción en masa en los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo. El primer Tratado tiene el inconveniente de que no define los límites del espacio ultraterrestre.

Ninguno de estos Tratados afecta directamente a la población humana, pero existía la esperanza de que irían seguidos por el establecimiento de zonas libres de armas nucleares en varias regiones habitadas del Planeta. Los grandes beneficios que la creación de zonas libres de armas nucleares supondrían para la paz fueron señalados por las Naciones Unidas en 1976, cuando la Asamblea General reafirmó, resumiendo declaraciones anteriores, "su convicción de que la creación de zonas libres de armas nucleares puede contribuir a la seguridad de los miembros de esas zonas, a la prevención de la proliferación de las armas nucleares y al logro de los objetivos de un desarme general y completo".

En 1962 se produjo una situación sumamente peligrosa en el Continente Americano, cuando se pensó que Cuba intentaba instalar dispositivos nucleares. Comenzó a brotar la idea de que América Latina debería ser una zona libre de armas nucleares, opinándose que una resolución para desnuclearizar la región podría disminuir la tensión creada por la "crisis de los misiles". Un año más tarde, cinco Presidentes de América Latina, los de Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador y México, enviaron una misiva a Jefes de Estado de la región en la que apoyaban la creación de una zona libre de armas nucleares.

En 1964, se celebró en México la reunión preliminar de un grupo de representantes de los gobiernos que aceptaron la idea; el resultado de la reunión fue la formación de COPREDAL, organización para impedir la presencia de armas nucleares en América Latina, mediante un tratado. Este órgano pasó ulteriormente a ser el OPANAL, Organismo para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina. Miembros eminentes de la profesión jurídica y expertos internacionales entre los que merecen ser mencionados el diplomático mexicano Embajador Alfonso García Robles (promotor real del Tratado); el Embajador brasileño José Sette Cámara, actualmente juez de la Corte Internacional de Justicia; el Embajador Uruguayo Carlos María Velásquez y el Licenciado Leopoldo Benítez Vinuesa del Ecuador, que posteriormente fue el primer Secretario General de OPANAL, formaron la comisión que redactó el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en América Latina, más conocido como Tratado de Tlatelolco.

El Tratado de Tlatelolco creó la primera zona libre de armas nucleares en una región habitada del Planeta, en condiciones que aseguran la total ausencia de armas atómicas: el Tratado va mucho más lejos que el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP). El escepticismo que muchas personas sintieron con respecto al futuro del Tratado y de sus Protocolos Adicionales ha resultado, en los 22 años transcurridos desde que se abrió a la firma, totalmente infundado pues de hecho ha evitado el peligro de una conflagración nuclear en la mayor parte de América Latina.

Estrictamente en el caso ecuatoriano debo anotar que lamentablemente, como comportamiento similar de los gobiernos constitucionales a partir de 1978, se desprende la total indiferencia de los gobernantes a impulsar de forma categórica las actividades, programas y proyectos técnico científicos de la CEEA. Una de las limitaciones constituyen los recursos económicos con que cuenta o contó el Estado ecuatoriano. Si a ello añadimos otros aspectos que inciden en forma directa, no sólo en la CEEA sino en las pocas entidades e instituciones netamente técnicas con que cuenta el país, cuales son las decisiones políticas de los

gobiernos, pues resulta evidente que este tipo de entidades técnico-científicas no reportan réditos políticos ni económicos, por lo menos en sus primeras fases de desarrollo, y el interés de los gobernantes cada oportunidad se hace menos trascendente para apoyar el desarrollo de estas entidades. Resulta preocupante, en función de país, este tipo de actitudes anotadas pues como todos sabemos, en el mundo contemporáneo los países que mayor tecnología adecuaron a sus necesidades de desarrollo, es el país que mayores oportunidades futuras tendrá de proporcionar a sus habitantes mejores oportunidades para el trabajo, la alimentación, la vivienda, la salud, es decir en términos generales propiciará un desarrollo más racional y coherente, tanto internamente como en el contexto internacional.

Por ello considero sumamente importante el fomentar, en todos los niveles educativos y primordialmente en las universidades de nuestro país, el desarrollo de tecnologías propias, en todos los campos de actividad que el Ecuador los requiera como también fomentar la investigación y concientización en la juventud respecto a las necesidades en el corto, mediano y largo plazos que en función de país se los requiere hará lograr un desarrollo científico-tecnológico acorde a nuestras reales necesidades.

La concientización de todos los estratos gubernamentales respecto del apoyo permanente y efectivo que en nuestro país requieren las instituciones científicas, se hace indispensable para lograr el despegue de estas entidades en nuestro medio.

C A P I T U L O I I I

ACTIVIDADES; PROGRAMAS Y PROYECTOS DESARROLLADOS

POR LA COMISION ECUATORIANA DE ENERGIA ATOMICA

El desarrollo de la energía nuclear en el Ecuador se enmarcó a partir de 1976 al desarrollo y actividades de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, entidad rectora de las políticas, planes y programas que se desarrollan en el país vinculando de una u otra forma la energía nuclear dentro de sus distintas aplicaciones.

En páginas anteriores se anotó la estructura orgánica de la CEEA en cuanto tiene relación con las direcciones netamente técnicas. Para ampliar esta visión, considero importante el proporcionar una visión objetiva y rápida de la estructura orgánica actual de esta entidad, la misma que sin mayor explicación se la puede emprender y analizar en el caso que así lo amerite, basándose en el Organigrama Estructural de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA) que se presenta en el anexo 1.

Como así también, ya se anotó, cada una de las Direcciones que apoyan la gestión de la Dirección Ejecutiva y la Dirección de Operaciones de la CEEA tiene muy bien definidas sus actividades y obligaciones, tanto para solventar los proyectos nacionales como para servir de contraparte a determinado tipo de proyectos que se ejecutan en la CEEA con el aporte, a través de los distintos componentes de asistencia técnica, que otorga el OIEA a los Países Miembros.

A. DIRECCION DE MATERIAS PRIMAS NUCLEARES

Esta Dirección fue organizada en 1978 ante la imperiosa necesidad institucional de atender un campo de actividad que tiene mucha importancia para el desarrollo de la CEEA y del país entero.

Como síntesis histórica de la prospección de uranio en el país se puede afirmar que entre los años 1964 y 1965 un proyecto específico financiado con recursos económicos del PNUD, permite a la Societe Anonime de Prospección Aeroporte de Francia, trabajar en el Ecuador para efectuar una evaluación magnética y gammamétrica de aproximadamente 1700 km² en distintos sectores del territorio nacional. Se conoce que sirvió muy limitadamente en el desarrollo de las actividades que en el futuro se llevaron a cabo para la prospección de uranio en el país.

En 1966 el OIEA otorga asistencia técnica al Ecuador, representada como contraparte nacional por la Escuela Politécnica de Quito, para la búsqueda de uranio en distintas zonas del territorio ecuatoriano, enviando a distintos expertos que, detectaron algunas posibles anomalías. Esta misión del OIEA se repite en los años 1977 y 1978, cuyos análisis, estudios y recomendaciones señalan áreas específicas del país que deben ser estudiadas para la prospección de uranio.

A partir de la organización de la Dirección de Materias Primas en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, inicia sus actividades procediendo a la recopilación de toda la información que hasta esa época se había publicado en el país, determinándose de la investigación efectuada, que el área de Macuma en la provincia de Pastaza constituía una primera alternativa para los trabajos de campo. Con esta experiencia se procedió al desarrollo de actividad de prospección en distintas regiones y zonas del país de mayor y menor interés, atendiendo la génesis, transporte y deposición de este elemento químico.

Para el año 1979 la dirección, proyecta dos actividades muy claramente definidas, las cuales son cumplidas plenamente y que arrojan resultados bastante alentadores, en distintos campos de su ingerencia y desarrollo. Las actividades se las definió en:

- Estudio piloto de prospección geoquímica y radiométrica para la evaluación preliminar de las zonas de Macuma y Zamora.
- Prospección auto transportada de minerales radiactivos en las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe.

Con la experiencia y principalmente con los resultados que arrojaran las actividades del año anterior, para 1980 se define un plan de actividades mucho más ambicioso, que permite obtener resultados mucho más alentadores, comparándolos con los obtenidos en el año anterior, los mismos que se sintetizan en :

Prospección autotransportada aérea y comprobación de anomalías en las provincias de Azuay, Loja, Zamora Chinchipe y El Oro.

Continuación de trabajos geoquímicos y radiométricos del área de Macuma y Zamora. En estos trabajos a más de la participación de la AGGM y de PREDESUR, se anticipa la presencia del CLIRSEN por medio de la prospección autotransportada.

Posible incorporación en los trabajos de asistencia técnica de la Comunidad Económica Europea y probable implementación de un proyecto con el PNUD.

Entrenamiento del nuevo personal en base de la asistencia recibida.

Para este año y, como consecuencia de las actividades desplegadas se considera indispensable en la entidad que esta Dirección disponga de un laboratorio muy bien equipado para el análisis de minerales radiactivos, así como se elaborarán programas de computación para evaluar los datos de geoquímica y de prospección autotransportada y aérea.

En los años subsiguientes se mantienen este tipo de actividades y se desarrolla significativamente la asistencia técnica de expertos enviados al país con recursos del OIEA.

Para 1984, esta Dirección de Materias Primas Nucleares, obediendo las exigencias de la época en el campo netamente técnico, se lo conforma por las divisiones de Prospección, Exploración y Explotación, unidades de trabajo cuyas actividades totales tanto de campo como de oficina están enmarcadas en esas áreas. La prospección se la encaminó a la búsqueda de indicios y detección de prospectos en todo el territorio continental ecuatoriano, llevada a cabo conjuntamente con la evaluación del potencial uranífero del Proyecto Zamora, materia del Convenio CEEA-PNUD-OIEA.

La exploración por otra parte se orientó a establecer el potencial específicamente del Proyecto Puyango, en el cual el sector nacional ha tenido una decisiva participación, habiéndose mantenido relaciones a nivel de colaboración con el OIEA a través de sus expertos.

Las metas propuestas para la gestión de esta Dirección fueron:

Definir la capacidad uranífera que ofrece el territorio nacional.

Establecer el potencial minero de las áreas favorables ya detectadas.

De ser positivos los resultados en las etapas anteriores, ofrecer al país un recurso estratégico como es el uranio, además de otros recursos constituidos por minerales metálicos que se descubrieron en el transcurso de las investigaciones.

El método de trabajo, consecuentemente, y en términos generales, consiste en un seguimiento sistemático de indicios con el propósito de ubicar acumulaciones minerales que pueden tener interés económico..

Se debe señalar que con el trabajo realizado durante este año, se han finalizado las actividades estipuladas dentro del proyecto CEEA-PNUD-OIEA (ECU/80/002).

Ante las metas descritas, las actividades desarrolladas en el campo por los especialistas y el personal responsable de las actividades de prospección y exploración, se realizaron en cuatro áreas:

Evaluación del potencial uranífero en Zamora

Evaluación de cuerpos intrusivos

Reconocimiento preliminar de volcanes ácidos

Exploración en el área de Puyango

Estas áreas fueron cubiertas por cinco grupos de trabajo, conformados cada uno por un especialista y un asistente, en treinta y dos comisiones de campo, cumplidas según el siguiente detalle:

Días de comisión 1410

Area cubierta (Km²) 1860

Muestras recolectadas 3315

La labor realizada permitió definir los siguientes puntos en cuanto se refiere a minerales de uranio:

| | |
|---|-----------------------|
| Anomalía JAMBOE-BOMBUSCASA | (Provincia de Zamora) |
| Anomalía YACUAMBI 1 | (Provincia de Zamora) |
| Anomalía YACUAMBI 2 | (Provincia de Zamora) |
| Anomalía TIMBARA-NAMBIJA | (Provincia de Zamora) |
| Individualización de minerales de uranio en Puyango | (Provincia de Loja) |
| Tipo de mineralización ocurriente en Puyango | (Provincia de Loja) |

Además, se ubicaron anomalías de zinc y cobre y plomo y zinc en la Provincia de Zamora y concentraciones de interés de

minerales metálicos, entre ellos Vanadio en Puyango.

El aporte nacional en el desarrollo de las actividades se constituyó por el personal técnico que realizó los trabajos tanto de campo como de oficina en los diferentes Proyectos, y además el personal de apoyo, así como también la logística, el transporte, el personal eventual de apoyo en el campo, equipos y materiales específicos para el trabajo.

El aporte internacional del OIEA se constituye por tres expertos internacionales destinados a:

Asesoría y coordinación del proyecto

Programa RADON (Puyango)

Análisis de geoquímicos

Para 1985 la investigación geológica de uranio y más minerales radioactivos de interés nuclear, a cargo de la Dirección de Materias Primas de la CEEA, cubrió importantes áreas bajo dos modalidades muy bien definidas: la prospección regional y la exploración preliminar.

Bajo la primera modalidad de trabajo se prospectaron zonas en distintas provincias del país, como son:

Provincia de Zamora, Area del Proyecto Zamora

Provincia de El Oro, Cordillera de Chilla

Provincia de Cotopaxi, Anomalías Autoportadas

Provincia de Tungurahua, Anomalías Autoportadas

Provincia de Pastaza, Anomalías Autoportadas

Bajo la modalidad de exploración preliminar, las actividades se las centró exclusivamente en el área de Puyango, efectuando actividades de levantamiento topográfico con plancheta, radiometría continua, muestreo en detalle y geología detallada.

De forma más pormenorizada, analizo a continuación aquellos proyectos de mayor trascendencia para la entidad y para el país.

El Proyecto Puyango, dentro de las múltiples actividades y trabajos realizados por la Dirección de Materias Primas Nucleares de la CEEA mantuvo y mantiene hasta la actualidad en expectativa a los funcionarios y técnicos de la institución, pues se han detectado dos estratos anomalíacos con valores de hasta 500 p.p.m. de uranio, y cuya evaluación preliminar cubre aproximadamente 2 millones de toneladas de rocas mineralizadas, en las cuales se observan también valores muy significativos de vanadio de hasta 10.000 p.p.m. Tratándose de rocas sedimentarias y luego del estudio de gabinete respecto a registros de lecturas radiométricas de tres drenajes que desemboca en el río Puyango, se inició un levantamiento geológico en detalle, incluyendo el levantamiento topográfico con plancheta para reconstruir la estructura geológica de la zona. Este trabajo servirá para la programación de actividades de sondeo, previstos para corto plazo.

El proyecto Zamora, localizado en la Provincia del mismo nombre, dentro del programa de prospección regional definido, aportó resultados como los que describo a continuación:

En el contacto fallado metamórfico-sedimentario, aparentemente sin asociación de minerales, se observan concentraciones anómalas moderadas de uranio.

Al sur del proyecto, cuyas rocas de conformación granítica y de asociación de mineralizaciones plomo-zinc, con algo de cobre, se detectó el área anómala más significativa de este proyecto. Esta zona cubre una considerable extensión de terreno.

Otras áreas uraníferas, donde la asociación mineral es uranio-cobre-oro, coinciden con las rocas alteradas tipo bcon ubicada

das en el núcleo de la Cordillera de Tzunantza y el flanco occidental de la Cordillera de El Condor.

Todas estas zonas anómalas ofrecen valores más bien moderados y que se encuentran alrededor de las 30 p.p.m. de uranio sin descontarse la posibilidad de mejorar resultados mediante una investigación más detallada de cada área.

En cuanto tiene relación con las actividades de evaluación de anomalías autoportadas fueron efectuados trabajos de valorización en todos los sitios en los cuales se había reportado altos valores de uranio mediante el método radiométrico autoportado, esto en lo que corresponde a las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Pastaza llegando a establecerse que los incrementos radiométricos se asocian con la presencia de la rocas volcánicas ácidas y rocas graníticas, las mismas que no constituyen reales anomalías sino más bien rocas de aporte con un buen contenido de elementos radioactivos los que al sufrir transporte, y, de encontrar un adecuado ambiente de confinamiento, podrían dar lugar a una zona anómala auténtica.

El proyecto Gamma Ray, consiste en la realización de un estudio de los registros de perfilaje de los pozos petrolíferos perforados por CEPE en la región amazónica, concretamente en los campos de Sacha y Bermejo; el estudio persigue establecer una correlación tridimensional de estratos radiométricamente anómalos identificados mediante los registros gamma-gama, API y otros, de manera que se pueda obtener una guía útil para posteriores trabajos de prospección de minerales radioactivos en las formaciones sedimentarias del oriente ecuatoriano. El informe final del proyecto está prácticamente terminado; en él se puntualiza la existencia de por lo menos tres estratos anómalos que superan las 30 partes por millar de uranio (registros API), ubicados dos de ellos en la formación cretácica Napo, y el tercero en el contacto Hollín-Napo. Análisis químicos de esas muestras arrojan valores de entre 13 y 187 p.p.m. de uranio. Se

cen también la existencia de un horizonte anómalo en la formación pecretácica Chapiza con un contenido de 20 p.p.m. de uranio.

Proyecto Mapa de Areas Favorables; consiste en la realización del Mapa de Favorabilidad Geológico - Uranífera del Ecuador y el cálculo de los respectivos índices de favorabilidad geológico - uranífera (IFGU) para cada área, utilizando para ello los datos obtenidos en los diferentes trabajos preparados por la Dirección de Materias Primas en los últimos años y tomando como modelos diferentes aproximaciones relativas al tema ejecutadas en otros países.

En la actualidad este trabajo se encuentra en la etapa de revisión de la información disponible y de documentación. Se espera que este mapa provea de criterios claros y actualizados para la orientación adecuada de futuros programas de prospección de minerales de interés nuclear.

Al momento, se está revisando toda la información pertinente, esperándose que este mapa será una realidad en el año 1988.

Emplazamiento del Reactor; como actividad de apoyo a la Dirección del Reactor, la Dirección de Materias Primas Nucleares designó un geólogo para efectura un estudio geotécnico de fallas en el área del emplazamiento del reactor, en Aychapicho, actividad que se cumplió de acuerdo a los requerimientos solicitados.

Análisis de Laboratorio; el laboratorio geoquímico ha funcionado paralelamente a las actividades de campo y oficina realizadas por la Dirección, efectuando los análisis químicos de las muestras obtenidas en el terreno. Los procesos de preparación de muestras y análisis fluorimétricos han operado sin interrupción durante todo el año, no así la espectrofotometría de Absorción Atómica que debio a permanentes problemas técnicos ha permanecido inactiva la totalidad del año anterior, causando un importante retraso en la ejecución de los análisis.

Dentro del desarrollo histórico, analizado a muy grandes rasgos, relativos con la Dirección de Materias Primas Nucleares, lugar especial deben merecer las actividades de apoyo brindado por el Laboratorio de Geoquímica. Este Laboratorio funcionó paralelamente a las actividades de campo y oficina realizadas y desplegadas por la Dirección, efectuando los análisis químicos de todas las muestras obtenidas en el terreno.

El aporte concreto del Laboratorio de Geoquímica en los últimos años se los puede sintetizar en los siguientes términos:

En 1984, el total de muestras analizadas por los técnicos del Laboratorio sobrepasó las 3720 distribuidas de la siguiente manera:

| | |
|--------------|-------|
| uranio móvil | 3.689 |
| uranio total | 166 |
| cobre | 3.723 |
| plomo | 3.723 |
| zinc | 3.723 |
| manganeso | 3.723 |
| oro | 49 |
| plata | 63 |
| níquel | 353 |
| vanadio | 156 |

Los resultados, arrojan un gran total de 21.288 análisis realizados por el laboratorio.

En 1985, los procesos de preparación de muestras y análisis fluorimétricos han operado normalmente, así como también la copectometría de Absorción Atómica. Los resultados obtenidos son muy importantes para la planificación y programación de actividades futuras que debe desarrollar la Dirección.

B. DIRECCION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Para dar cumplimiento con lo expresado en el lema de la CEEA y considerando de primordial importancia al sector

agropecuario en la economía del país, la CEEA decidió establecer una Dirección de trabajo que se ocupara del tema, y para lo cual se fijaron, a principios de 1978, respondiendo a las siguientes directivas generales, sus objetivos:

Esta Dirección debía ocuparse de proyectos de investigación en los que las técnicas nucleares o son únicas, o son un complemento indispensable para obtener una información básica para aclarar conceptos o guiar investigaciones potenciales en relación a los problemas que afectan al país en el campo.

La Dirección de Ciencias Agropecuarias, elaborará un plan de trabajo en base del diagnóstico que se realice y preparará su personal al nivel académico que se requiera para llevar adelante su programación.

La Dirección agilizará la obtención de la asistencia técnica necesaria para la obtención de expertos, becas y equipos que se requieran.

El desarrollo de actividades inherentes a la Dirección de Ciencias Agropecuarias se fundamentó en el análisis de la realidad nacional y del posible efecto del empleo de técnicas nucleares, se decidió que el trabajo cubriría las siguientes áreas:

Entomología.- Esta sección debía conocer el concepto de la técnica del "macho estéril" empleada en la erradicación de plagas; y, como respaldo el Plan de Silos del Gobierno Nacional, se debería dar los pasos necesarios para poder implementar, en caso de que se requiera, el método de desinfectación de granos ensilados, por medio de radiación ionizante.

Se indicó que los nuevos modelos para el control de plagas y/o su irradiación por el método de la "esterilización hereditaria" en insectos susceptibles de este tratamiento,

debería constar en los planes de trabajo de esta Sección.

Ciencias de Suelos.- Esta área tendría a su cargo todo lo relacionado con fertilización y como trabajo específico, los siguientes puntos:

Necesidad y efecto de elementos menores, con el empleo de trazadores radiactivos.

Estudios del ciclo de Nitrógeno en fertilización, con empleo de Nitrógeno-15 y producción del mismo en el país, Estudio de conversión de nitrógeno en proteína vegetal.

Estudios de demanda y economía de agua en cosechas, mediante sondas de neutrones y estudios de isótopos naturales.

Estudio en nitrificación de suelos por bacterias (*Rizobium* So).

Rendimiento fotosintético en plantas y vegetales de interés, mediante el empleo de Carbono-14.

Genética.- Se consideró importante que esta área se preocupe en su oportunidad de introducir las nuevas técnicas de cultivo de tejidos vegetales para poder someter a efecto de la radiación sólo un número reducido de células, a fin de que la observación de posibles mutaciones se haga con mayor facilidad.

Medicina Veterinaria y Ciencias Animales.- Se consideró de impostergable necesidad la introducción de técnicas nucleares en el estudio de metabolismo animal y de reproducción. Igualmente se decidió que la fabricación de radiovacunas contra enfermedades helmínticas, que por la especificidad del campo y por la especial importancia de este problema en el país, debe tener prioridad.

Conservación de Alimentos por Radiación Ionizante.- Dada la diversidad de climas del país y la posibilidad para fines prácticos de cosechas durante la mayor parte del año, se con

sideró que este asunto podría no tener mayor importancia para satisfacción de productos de consumo interno en el mercado interno. Pero sí era interesante en el caso de que se abriera mercados de exportación y la lista de alimentos a preservarse con radiación ionizante para alargar su vida útil, pudiera ser aumentada por FAO y el OIEA.

En junio de 1978, visitó el país una Misión de evaluación del OIEA y se consideró que los planes de trabajo elaborados, se ajustaban a un equilibrado presupuesto y guardaban estrecha relación con las necesidades nacionales. Se logró definir con esta Misión, los equipos, tipos de educación avanzada que debía tener el personal, posible diseño de laboratorios y los expertos que, en cada caso, podrían atender los diversos programas.

Frente a la definición de objetivos, actividades y obligaciones en materia técnica, la Dirección fue puesta en marcha en diciembre de 1978 y en marzo de 1979, el Presidente de la CEEA convocó a una reunión para discutir el programa de trabajo en el sector agropecuario, a la que asistieron representantes de las Secciones de Sanidad Agrícola y Animal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Representantes del INIAP y de las Facultades de Agronomía y Medicina Veterinaria de la Universidad Central, así como funcionarios de la CEEA.

De esta reunión interinstitucional se obtuvieron aportes sumamente importantes para el desarrollo de las actividades de finidas por la CEEA en este campo de actividad.

Entre los aportes a los cuales se hace referencia el aporte y el compromiso interinstitucional, para el desarrollo de un programa muy bien definido en materia de investigación, constituyó sin lugar a dudas el aspecto más relevante de la reunión.

El inicio de las actividades de la Dirección, una vez nombrado el personal responsable de las investigaciones y trabajos, se los encaminó a los siguientes campos de acción; la cuanti-

ficación de los insumos necesarios, tanto en construcciones como en equipo básico fundamental para que el programa trazado se ponga en práctica, se seleccionó las Universidades, Centros de Investigación, tanto del sector público como del sector privado, con los cuales se desplegarían actividades conjuntas de investigación; se definió el tiempo y el campo específico en los cuales se requiere de la asistencia técnica del OIEA.

Mediante cooperación del Ministerio de Agricultura y Ganadería se logró que funcionarios de ese Ministerio, egresados de la Facultad de Medicina Veterinaria y bajo el auspicio de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica elaboren un proyecto sobre la evaluación de hormonas en vacas de la región de Machahi. Los resultados de este proyecto fueron sumamente satisfactorios y permitieron concientizar a los ganaderos de la región la importancia del mismo.

Se contribuyó con el estudio de ecología del área de Aloag, como parte de los "Estudios de Emplazamiento del Centro de Estudios Nucleares del Ecuador".

Se planificó el desarrollo de un proyecto para evaluar diversos parámetros de productividad en vaconas jóvenes, que se las importó al país por el Ministerio de Agricultura y Ganadería con el propósito de mejorar la calidad productiva de los animales de acuerdo con la alimentación, clima y otros factores que tienen íntima relación con el desarrollo productivo de estos animales.

Para la ejecución de los proyectos y programas de los dos últimos años, la Dirección de Investigaciones ha efectuado coordinaciones periódicas y por sobre ello, efectivas con distintos centros de investigación del país, de entre los cuales se pueden destacar al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, Dirección de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería; Programa Nacional de Re-

gionalización Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (DVS-MAG); Programa Nacional de Regionalización (PRENAREG-MAG); Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INERHI); Escuela Politécnica Nacional (EPN); Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Central (FMV-UC); Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE); Merk Sharp and Dohme; Glaxo; Asociación de Ganaderos.

En el ambiente internacional, también se coordinaron proyectos y programas de trabajo con Organismos Internacionales como el OIEA, FAO, CIEN y CENA.

Dentro de esta coordinación, tanto nacional e internacional, en el año 1984, los proyectos más relevantes dentro de los múltiples proyectos que la Dirección ejecutó anotamos:

Estación Agrometeorológica.- El objetivo primordial de este proyecto es la implementación de una estadística de primer orden en Aychapicho que suministre los datos meteorológicos necesarios para los proyectos agropecuarios y del reactor. Para ello se han realizado mediciones y observaciones diarias sobre: temperatura del aire, precipitación pluvial, heliofanía, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

Los cuadros e informes meteorológicos han sido tabulados y remitidos al INAMHI. Además, para completar los datos, la CEEA adquirió un anemógrafo tipo Wolfe, un microbarógrafo, un piranómetro de estrella y un registrador. Estos equipos han sido ya calibrados y se espera instalarlos en el transcurso del próximo año.

Uso eficiente del Agua y de Fertilizantes para tres Variedades de Trigo.

Para la ejecución de este proyecto se realizaron actividades de campo, invernadero y laboratorio.

Las actividades de campo se ejecutaron para tres variedades de trigo: Antizana, Romero y Tungurahua en un campo experimental de la hacienda "La Tola", de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central; se determinó textura, humedad volumétrica y retención de agua por parte del suelo a 20, 40, 60, 80, 90, 100, 110 y 120 cm de profundidad; también se analizó contenidos de Nitrógeno, Potasio y Fósforo y, se instalaron tensiómetros y tubos de acceso para la sonda de neutrones.

En dos ocasiones durante el experimento se aplicó un fertilizante completo y riego cuando fue necesario. Además, se procedió a realizar las deshierbas y tratamientos fitosanitarios respectivos.

Durante el período de crecimiento del cultivo, se determinó en forma semanal los componentes del balance hídrico: precipitación pluvial, humedad del suelo y potencia matricial, irrigación y escorrentia superficial. En base a estos datos, se está determinando la conductividad hidráulica saturada, a fin de obtener la curva de conductividad de este suelo y determinar el drenaje profundo.

A partir de la etapa de germinación, cada 20 días se llevaron al Laboratorio plantas de trigo del experimento para determinar en tallo, hojas y frutos, el almacenamiento de agua y el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio.

Paralelamente, se realizó la curva de calibración de la sonda de neutrones con lo que se determinó la humedad in situ a diferentes profundidades del suelo en estudio.

En cuanto tiene que ver con las actividades de invernadero, se desarrolló un ensayo complementario utilizando N-15 como trazador, para determinar la eficiencia en captar el fertilizante nitrogenado añadiendo al suelo por parte de las tres variedades de trigo.

En fechas preestablecidas, las plantas recibieron riego de acuerdo a las necesidades de cultivo, en un volumen por encima del coeficiente de marchitez y cercano a la capacidad del campo. La variación diaria de temperatura y humedad que existe durante el experimento, se registró mediante el uso de un higrómetro.

Luego de la germinación, las plantas fueron muestreadas de igual forma que las del campo, para determinar la humedad y nutrientes en el Laboratorio. Al final del experimento, se tomó una libra de suelo para maceta, para igual tipo de análisis.

Para el desarrollo de las actividades de Laboratorio, los análisis físico-químico se están realizando en los laboratorios del MAG, Tumbaco; la retención de humedad por parte del suelo, el contenido de nutrientes en el suelo y planta en el Laboratorio de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, y el contenido de N-15, en el Centro de Energía Nuclear para la Agricultura (CENA) del Brasil.

Dinámica de Agua y Nutrientes en tres variedades de maíz, arveja y fréjol.- Este proyecto comenzó a ejecutarse a fines del año 1982 en el campo experimental "La Tola" de la FCA, utilizando tres variedades de maíz, luego arveja y posteriormente fréjol, para aprovechar la humedad residual del suelo.

En base a los datos obtenidos, se determinaron los contenidos de agua tanto del suelo como de la planta y los flujos de drenaje hasta 1,20 m de profundidad y de evapotranspiración de los cultivos, con miras a la optimización futura de los sitemas de riego. Al mismo tiempo se establecieron las épocas críticas de demanda de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu y Zn, por parte de los cultivos desde la emergencia hasta la cosecha, para mejorar las recomendaciones actuales de fertilizantes.

Con estos datos se elaboró el estudio "Dinámica de agua por moderación de neutrones", en un suelo cultivado con tres variedades de maíz (INIAP-101, INIAP-153, INIAP-176) que sirvió como tesis de grado para alumnos egresados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Efectos de Radiación de Gamma sobre la Conservación de los Tubérculos.- Este proyecto tiene como objetivo principal, investigar métodos de preservación de tubérculos y la inhibición de la brotación de acuerdo a las láminas de agua que recibió el cultivo en el experimento descrito anteriormente.

Se utilizaron los tubérculos cosechados en el experimento de papas realizado por la CEEA, y aprovechando las facilidades de la Escuela Politécnica Nacional, se aplicaron 10, 15 y 20 krds, a papas cosechadas hace 10, 20 y 30 días. Luego se las almacenó en un lugar fresco y oscuro obteniéndose resultados muy satisfactorios.

Análisis de Residuos de Plaguicidas mediante Conteo por Centelleo Líquido (LSC).- La contaminación del medio ambiente con insecticidas persistentes es una de las preocupaciones de la CEEA, por los peligros que ello significa para la salud humana y el deterioro del ecosistema.

El OIEA, aprobó en 1984, la ejecución de este proyecto de investigación y los incorporó dentro de su programa titulado "Destino de los plaguicidas persistentes en los trópicos, usando técnicas isotópicas".

Para el efecto, el Organismo Internacional de Energía Atómica, suministró radiactivos marcados, suelo con DDT marcado con Carbono 14, con el fin de analizar utilizando métodos de combustión seca. Se analizó la porción extraíble, se determinó por el método de Soxhlet con metanol y, la no extraíble, tanto por el método húmedo como por el seco, utilizando el horno de tubo partido de Lindberg.

Los resultados, fueron reportados al OIEA con el propósito de estandarizar metodologías dentro de este proyecto.

En materia de Ciencias Animales, responsabilidad complementaria de la Dirección de Investigaciones, se está desarrollando las siguientes actividades más significativas:

Investigaciones sobre la Elaboración de una Radiovacuna contra *Dyctyocaulus Viviparus*. Los estudios en este campo vienen realizándose en ganaderías seleccionadas de los Cantones Pedro Moncayo y Cayambe desde el año 1982 y durante este tiempo se ha realizado un análisis de los siguientes aspectos:

Variación anual de la endoparasitosis bovina en ganaderías de Pedro Moncayo y Cayambe.- Se ha investigado un buen número de ganaderías de haciendas de la región, y se realizaron análisis coproparasitarios, gastrointestinales como de *Dyctyocaulus Viviparus*. Los datos analizados servirán para determinar la variación anual de la endoparasitosis.

Uso estratégico de antihelmínticos en Bovinos.- Este estudio tiene como objetivo correlacionar el uso de antihelmínticos como el IVOMEC y LEVAMISOL con la ganancia de peso de los animales. Para esto, mensualmente se midió el perímetro torácico de los animales en experimentación de la hacienda POROTOG. De acuerdo a los datos obtenidos durante un año fueron tabulados y analizados, de lo que se concluyó que el Ivomec es más efectivo que el levamisol para controlar *Dyctyocaulos*, dando una protección que supera los 90 días.

Estudios biológicos sobre *D. Viviparus*, tendientes a la preparación de una radiovacuna contra la bronquitis verminosa.- Esta fase se inició a finales del año 1982, estudiándose los siguientes aspectos:

Identificación taxonómica y diferenciación tanto de adultos como de distintos estadios larvales. Para ello fue necesario hacer montajes permanentes en placas de microscopio, de las cápsulas bucales y de las placas genitales de machos y hembras del parásito, así como también de los diferentes estadios larvales.

Aislamiento desde heces provenientes de terneros infectados, de grandes cantidades de larvas del estadio I, manteniendo, desarrollo en cultivo de las mismas hasta el estadio III (estadio infectivo) en diferentes medios.

Estudios de sobrevivencia larval postirradiación, luego de exponer larvas infectivas a diferentes dosis de radiación gamma.

Estudios de sobrevivencia larval luego de administrar 4000 larvas infectivas que habían sido atenuadas mediante la aplicación de 40 krads de radiación gamma proveniente de una fuente de cobalto-60. Para el efecto se utilizaron las facilidades de irradiación de la EPN. En igual forma se estudió la migración de larvas que no habían recibido tal tratamiento.

Evaluación del grado de inmunidad adquirida por los terneros radiovacunados, mediante la administración de larvas III infectivas normales, frente a testigos no vacunados.

Descripción y observaciones de los signos clínicos que se producen en terneros infectados artificialmente con bronquitis verminosa, incluyendo análisis hematológico de hematocrito y diferenciación de glóbulos blancos, durante las fases prepatente y postpatente de la infección.

Tabulación de los datos y elaboración del informe que sirve como memoria de tesis de un alumno, egresado de la PUCE.

Utilización del Radioinmunoanálisis (RIA), en Reproducciones de Bovinos.- Se utilizó el Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central, en donde se mantuvieron 4 conejos, para extraer de ellos en forma periódica los anticuerpos contra progesterona y estradiol, presentes en el suero sanguíneo.

Se muestreó también leche con el objeto de determinar los niveles de progesterona en vacas post-parto y de esta manera controlar su actividad ovárica.

Los muestreos se realizaron dos veces por semana, a partir del quinto día post-parto y se continuó hasta confirmar preñez de los animales muestreados en las haciendas Palermo (Tumbaco), Centro Experimental Uyumbicho, Porotog y Gitanilla (Cayambe).

A este trabajo posteriormente se unieron Yanayura (Machachi) y la Estación de Santa Catalina (INIAP).

Se logró optimizar y validar el RIA de progesterona en leche con un kit preparado en la CEEA, utilizando el anticuerpo extraído de los conejos y un trazador de la Cambridge Nuclear Inc.

Los niveles de progesterona encontrados, confirman los datos que presenta la literatura y nos dan a conocer la realidad reproductiva de las vacas post-parto en el Ecuador, que representa un nivel muy bajo en relación a otros países más desarrollados.

Durante el año 1984, también se realizaron pruebas de ELISA, con el objeto de diagnosticar preñez en yeguas utilizando el suero sanguíneo de animales sospechosos de gravidez.

Para 1985, la Dirección de Investigaciones de la CEEA, impulsa los proyectos que hasta fines de 1984 se los estaba ejecutando en la entidad. Es así que la División de Ciencias Agrícolas mantiene en ejecución nueve (9) proyectos específicos, en distintos campos de acción, y que los describiremos muy rápidamente:

Determinación de la lámina óptima de agua en riego por surcos, en papa (*solanum tuberosum*) tras actividades correspondientes a este proyecto, se los centró en el análisis de los resultados obtenidos en distintas zonas del Callejón Andino, con el propósito de optimizar la producción de papa en cada zona, estableciéndose factores de corrección (ks) para el cálculo de Uso Consuntivo de Agua para este tipo de cultivos.

Efecto de la humedad del suelo y de la radiación gamma sobre conservación de tubérculos de papa (*solanum tuberosum*).- Este proyecto, sigue realizando los análisis indispensables para determinar el efecto de la radiación gamma (Cobalto 60) sobre la inhibición del brote de los tubérculos, durante el almacenamiento prolongado. Se logra determinar en el pro-

yecto, la época y dosis óptima de radiación gamma que inhibe el brote de los tubérculos, y el contenido nutricional antes y después de aplicar la radiación.

Uso eficiente de agua y fertilizantes para el cultivo de trigo. (*Triticum vulgare*).- Las actividades se las orientó a determinar los requerimientos nutricionales del cultivo de trigo, en cuanto a nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. De igual forma se ha conseguido los factores de corrección (ka) para el cálculo de uso consuntivo de agua por distintos métodos.

Proyectos muy similares a los anotados que tienden a lograr la optimización de los recursos agrícolas para el maíz, la quinua, la soya, etc. propenden a mejorar las condiciones de cultivos y almacenamiento de distintos productos del sector agropecuario.

En materia animal, la División respectiva en el año que se está analizando, ejecutó varios proyectos, de los cuales anotaremos los de mayor incidencia en las actividades institucionales y nacionales lógicamente.

Utilización del Radioinmunoanálisis (RIA) en Reproducción Animal. El proyecto pretende mejorar la calidad del ganado en el país, para lo cual se han efectuado investigaciones relacionadas con la recolección y procesamiento de muestras de leche del ganado en distintas haciendas de la zona de Machachi, para determinar la actividad ovárica en vacas post-parto.

Determinación de los valores hormonales de progesterona en dichas muestras, utilizando para ello kits comerciales, con los cuales se han realizado 23 ensayos de RIA y se han procesado 1.704 muestras.

Desarrollo de kit propio de radioinmunoanálisis (RIA) utilizando técnicos y personas nacionales.- El proyecto pretende desarrollar una inmuno vacuna para propiciar la mejor calidad de ganado en distintas zonas del país.

Diagnóstico de enfermedades infecto-contagiosas, que afectan al tracto reproductivo de vacas lecheras.-- En este proyecto se han desplegado múltiples actividades relativas con recolección y recopilación de muestras de sangre del ganado para determinar los tipos de enfermedades infecto contagiosas en distintas zonas del país.

C. DIRECCION DE CIENCIAS BIO-FISICAS

La Dirección de Ciencias Bio-Físicas es responsable especialmente de la seguridad radiológica de las personas que por motivos laborales y/o determinado tipo de enfermedades, se encuentran expuestas directa o indirectamente a radiaciones ionizantes. Dentro de esta materia existe una muy amplia gama de actividades y controles que se realizan y/o se despliegan a nivel nacional.

Enmarcados en el desarrollo de la Dirección de Ciencias Bio-Físicas debemos destacar la elaboración del Reglamento de Seguridad Radiológica, que trata sobre las normas y procedimientos que deben tomar en cuenta los usuarios de radiaciones en el país, entre cuales se destacan: radioisótopos como fuentes selladas, radioisótopos como fuentes abiertas, máquinas de rayos X para diagnóstico, de radiografía industrial de terapia, fuentes de cobalto, etc. El reglamento igualmente señala los procedimientos para la obtención de las licencias correspondientes a personal profesional y subalterno.

El reglamento contiene 187 artículos y en su oportunidad fue revisado por distintos organismos nacionales como internacionales íntimamente vinculados con el campo de la medicina, entre los cuales anotamos el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Oficina Panamericana para la Salud (OPS) en el contexto internacional y los Ministerios de Salud Pública y de Trabajo y Seguridad Social del país.

El reglamento analizado se ha constituido en una herramienta de trabajo muy valiosa para la CEEA en el desarrollo de programas y proyectos que anualmente se ejecutan por parte

de la Dirección de Bio-Física a nivel nacional.

En los tres últimos años, muchos países Latinoamericanos, se interesaron por el Reglamento de Seguridad Radiológica del Ecuador, para que sirva de documento de trabajo y modelo para ajustándosele a las necesidades individuales de los países interesados, desarrollar sus propios reglamentos. Entre los países más interesados podemos anotar a Costa Rica, Guatemala, Venezuela, Colombia.

En otros campos de acción, el desarrollo de actividades íntimamente vinculadas con la Medicina Nuclear mereció especial atención de los funcionarios responsables de la conducción de las políticas y los proyectos en la Dirección de Bio-Físicas; como consecuencia directa de ésta se utiliza cada vez con mayor frecuencia máquinas y fuentes de radiaciones ionizantes, motivo que demandó la mayor preocupación de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica a través de la Dirección especializada para desarrollar programas tendientes a optimizar la protección radiológica y reducir de esta manera los riesgos a los que directa o indirectamente está expuesta la población ecuatoriana.

Enmarcados en esta realidad, el desarrollo de las principales actividades en los años 1984 y 1985 se las puede sintetizar en los siguientes términos:

La División Nacional de Seguridad Radiológica, responsable de la Protección Radiológica en entidades del sector público y del sector privado, cumplió esta obligación realizando inspecciones y reinspecciones de equipos de rayos X de diagnóstico médico y dental con que cuenta el Ministerio de Salud Pública y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, totalizando 35 inspecciones y 168 reinspecciones durante 1984, pero el año siguiente este control se incrementó notablemente pues, se efectúan 153 inspecciones y 123 reinspecciones.

Adicionalmente a lo descrito se prestan servicios para la inspección de equipos mucho más sofisticados que tienen instalados distintos profesionales o empresas que no tiene apli

cación en el campo de la medicina.

Es importante destacar la profesionalización y el grado de experiencia adquirida en la CEEA por quienes tienen la responsabilidad de este tipo de controles a nivel nacional, esto garantiza en los actuales momentos el mejor uso de los equipos inspeccionados. En íntima relación con las actividades descritas, la CEEA considera muy importante el desarrollar un cronograma de capacitación, debido a la inminente necesidad del país de contar con profesionales y técnicos altamente calificados.

Para ello se dictaron distintos cursos, seminarios y conferencias en distintas regiones y ciudades del país en materia de Protección Radiológica, Actualización de Técnicas de Radiodiagnóstico y otros, tratando de abarcar el mayor número de profesionales y personal semiprofesional vinculado con estas actividades. Todas las provincias del país fueron atendidas en su momento, destacándose la capacitación del personal técnico del Ministerio de Salud Pública, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, de las Fuerzas Armadas, de las distintas Universidades del país, etc.

En Radiología Pediátrica es conocido que la radiosensibilidad en el niño es mucho mayor que en el adulto, y a nivel nacional, las prácticas proteccionistas no son óptimas, dejando mucho que desear. Las actividades desarrolladas en este programa son las siguientes:

Realización de encuestas en diferentes unidades de la ciudad de Cuenca para determinar varios parámetros de interés;

Tabulación y Clasificación de estos parámetros, e informes parciales.

Para garantizar las distintas aplicaciones en el campo de la medicina nuclear que se han desarrollado en el país, la CEEA está exigiendo que toda persona que trabaje con radiaciones ionizantes cuente con su respectiva licencia de actividad.

Para esto, se ha efectuado el análisis, los estudios respectivos, la toma de las respectivas pruebas del personal profesional y técnico, así como de las instituciones del sector público y privado así como de las personas naturales o jurídicas relacionadas con esta actividad en el Ecuador.

Especial atención dentro de las múltiples actividades de la CEEA merece el transporte y prevención de accidentes de materiales radiactivos que son importados al país tanto por entidades de los sectores públicos y privados; por ello se han desplegado las siguientes acciones:

Disposiciones concretas para registrar todo permiso de importación de material radiactivo para el país en las distintas oficinas de la CEEA a nivel nacional.

Evaluación de las bodegas de Aduana de Quito, encontrándose la existencia de 6 fuentes radiactivas.

Asesoramiento a funcionarios de la Aduana sobre el manejo y tratamiento de materiales radiactivos.

Conferencias a 8 Destacamentos de Bomberos de Quito, sobre los peligros y trato de material radiactivo.

En materia de control de calidad de medicina nuclear, el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), y la Organización Mundial de la Salud (OMS), en coordinación con la CEEA efectuaron un estudio comparativo sobre la calidad de los resultados en Obtención de Imágenes de Diagnóstico en los Laboratorios de Medicina Nuclear del País. Se utilizó: Fantomas Anatómicos de Hígado y de Cerebro, cuyos resultados han sido enviados a la OMS para su respectiva evaluación.

En el programa de Control de Calidad en Medicina Nuclear se han efectuado pruebas rutinarias en los diferentes Servicios de Quito, Guayaquil y Cuenca.

Las pruebas realizadas son;

Para Cámaras de Centelleo (cámaras Gamma): prueba de uniformidad; prueba de resolución y distorsión; prueba de centrado del fotopico; prueba de determinación del blindaje del detector.

Para Centellógrafos Rectilíneos: (equipos): determinación de sensibilidad del sistema; determinación de alto voltaje; fijación de la ventana energética; prueba del Chi - cuadrado.

Además se levantaron Libros de Registro que corresponden a las unidades de Medicina Nuclear.

El Proyecto de Asesoramiento y Cálculo de Blindaje, trabajó en las unidades médicas de las provincias de Azuay, Cañar, Loja, Zamora y Morona Santiago se realizaron visitas, con el fin de asesorar al personal paramédico que trabaja en los servicios de rayos X en las principales prácticas de técnicas de radiodiagnóstico.

También se realizó el asesoramiento sobre diferentes casos de Protección Radiológica a varias instituciones.

Se realizaron cálculos de blindaje para los hospitales Alberto Buffoni (Quinindé); Metropolitano (Quito); Civil de Chone (Chone); Bahía de Caráquez (Bahía de Caráquez); Riobamba (Riobamba) y de la Clínica El Carmen (Riobamba).

Medicina Radiosanitaria

Otro de los proyectos específicos, bajo responsabilidad de la División de Seguridad Radiológica, corresponde a Medicina Radiosanitaria por lo cual la División continuó con el asesoramiento al IESS, División de Riesgos de Trabajo y con el Programa de Evaluación Biopsicosocial de los trabajadores de radiaciones ionizantes. Se ha trabajado en el establecimiento de un programa de computadora para poner estos datos.

Otra de las actividades ha sido la evaluación de mujeres en estado de gravidez que han sido irradiadas por causas médicas.

Otra de las Divisiones de la Dirección de Ciencias Biofísicas es la División de Dosimetría, la cual desarrolla actividades, sumamente relevantes dentro del plan de actividades de la CEEA, primordialmente vinculadas con los controles pormenorizados de Dosimetría Personal, en diversas entidades de salud de los sectores público y privado del país. Este servicio permite determinar el grado de radiación captado por las personas vinculadas con actividades radiactivas.

Al respecto, de conformidad con la programación institucional, se continuó con el Servicio de Dosimetría por termoluminiscencia para personal del Ministerio de Salud Pública, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y particulares; registrándose a nivel nacional 600 personas beneficiarias de este servicio en las cuatro regiones de la patria.

Además se realizaron las siguientes acciones: determinación de un programa para calcular dosis absorbidas en la computadora; inventario de todos los dosímetros y portadosímetros que tiene la CEEA.

Otro servicio que presta la CEEA a la comunidad es el de calibración de equipos, actividad en la cual se desplegaron distintos tipos de tareas, de acuerdo con las circunstancias, en cada uno de los casos específicos.

Este servicio pretende entre otros propósitos el garantizar el servicio que prestan a la comunidad, en distintos campos de aplicación, los equipos instalados en el país y que utilizan de una u otra forma radiaciones ionizantes u otros.

Este servicio se lo está prestando específicamente a centros de salud e industrias que posean equipos especializados. Entre los centros de salud y equipos que poseen puedo destacar: la Unidad de Co - 60 de la Clínica Pichincha; elaboración de curvas de isodosis de la Unidad de Isodosis de la Unidad de Co-60 del Hospital Carlos Andrade Marín; Unidad de Co-60 de terapia del Instituto de Cáncer "Mercedes Santistevan de Sánchez Bruno" de Guayaquil; Unidad de Co-60 (Buchler)

de la CEEA; Control de estabilidad de la cámara NPL 2560.

Se anotó anteriormente que una de las acciones más prácticas para el control de equipos y material radiactivo que posee la Comisión para supervigilar el desarrollo de las actividades íntimamente vinculadas con la energía nuclear es aquello que por ley se establece; así pues se mantiene un estrecho control de las importaciones que se hacen en el país de máquinas generadoras de radiaciones ionizantes, así como de material radiactivo.

D. . DIRECCION DEL REACTOR

El 14 de septiembre de 1977 habiéndose definido las diferentes actividades en donde la energía atómica puede prestar su concurso, se presentó a consideración del Gobierno Nacional la creación de una Unidad que atendiera la demanda de diversos servicios en el país. Esta nueva Unidad dentro de la estructura del Estado ecuatoriano, bajo la administración de la CEEA como Entidad responsable de establecer las políticas de energía atómica, y con dependencia directa de la Presidencia de la República.

Al fijar los objetivos primordiales para desarrollar y justificar un proyecto de esta naturaleza y magnitud, se consideró que el trabajo a realizarse por la CEEA deberá centrarse en:

Producción de radioisótopos de vida corta para satisfacer la demanda creciente en el país, en el campo de la Medicina Nuclear.

Establecer un centro de distribución y dosificación de radioisótopos para su efectiva utilización por parte de los usuarios nacionales.

Producción de ciertos radiofármacos para satisfacer la demanda que necesiten los hospitales, estableciendo un control adecuado de los mismos.

Definición de acciones que permitan transferir los beneficios logrados por la entidad hacia las clases de menor poder adquisitivos y cumplir así con el mandato de su lema.

Establecer un servicio de dosimetría de radioterapia que se extienda a todos los servicios de este tipo que operen en el país.

Establecer un servicio de radioprotección a nivel nacional para todas las personas expuestas a radiaciones ionizantes, así como el control de la radioactividad de fondo que puedan inducir otros países a consecuencia de sus experimentos.

Instalar un laboratorio especializado en análisis de minerales radioactivos que tenga como misión apoyar y fomentar los trabajos de prospección que se realicen en el país.

Instalar un laboratorio de electrónica con capacidad para el mantenimiento de todos los equipos que se instalen en los laboratorios y satisfacer las posibles demandas que puedan surgir de otras instalaciones similares. Al final de una primera etapa se considera que el personal ecuatoriano estaría capacitado para diseñar algunos de sus propios equipos.

Impulsar la aplicación de isótopos y radiofármacos en el sector agropecuario en cooperación con las instituciones especializadas en el país.

Impulsar las aplicaciones de isótopos en el sector de hidrología, tanto para determinación de caudales como para la localización de filtraciones y estudio de aguas subterráneas.

Diseñar una política energética que contemple la implementación de la energía nucleoelectrica en el sistema energético ecuatoriano.

Fomentar las aplicaciones industriales de las ciencias nucleares que beneficien a corto plazo a la industria ecuatoriana y muy particularmente a la agroindustria, en aquellos proyectos

que pueden ahorrar o incrementar las divisas extranjeras en el país.

Para cumplir estas actividades, se consideró que sería necesario el disponer de las siguientes instalaciones:

Un reactor nuclear de investigaciones de una potencia entre 1-5 MW de potencia. El reactor debe ser del tipo piscina, usando como refrigerante agua desionizada, y a 5 MW, tener un flujo neutrónico de 10^{14} nt/cm² seg. El reactor debe presentar facilidades para el mejor uso de este flujo y para radiografía industrial.

Deben existir laboratorios para producción, fraccionamiento y marcado de moléculas de interés biológico (radiofármacos).

Laboratorios químicos que tendrían como tareas las siguientes: control de calidad de la producción de radioisótopos y de compuestos marcados, tanto en lo referente a la pureza radioquímica, como a su calidad biológica; para el análisis de minerales radioactivos; para cubrir las necesidades de química analítica que requiera el refrigerante del reactor; para el uso del flujo de neutrones en sus múltiples aplicaciones de Radioquímica en general.

Un laboratorio de seguridad radiológica e industrial en donde, en todo momento, se controlaría la seguridad del trabajo del personal, así como la eficiencia de trabajo del sistema.

Un laboratorio de dosimetría que a más de emplearse como patrón de referencia en evaluación de dosis absorbidas por el personal de la División y del personal que trabaja en radiaciones en todo el país, sirviera para calibraciones de equipos de detección y el uso de radiaciones de todo tipo en forma exacta y precisa, tanto en investigación como en aplicaciones tecnológicas.

Laboratorios de física que tendrían los siguientes campos de actividades: física del estado sólido; física dinámica de

neutrones, niveles energéticos de átomos nucleares excitados.

Laboratorios especiales en ciencias agropecuarias en donde se trabajaría en genética, entomología, ciencias de suelos y ciencias veterinarias.

Laboratorios y talleres de servicios: laboratorio y taller electrónico; taller de mecánica y automotriz; taller de electricidad; taller de carpintería; taller de soplado de vidrio.

Además existirían los servicios administrativos, logísticos y de comunicaciones que se requieran para la eficiente operación del sistema.

Se consideró la necesidad de un Centro de Cómputo con acceso a un computador de alta capacidad, a fin de procesar los datos de investigación y modelos matemáticos que expliquen lo encontrado en las diferentes investigaciones.

Para justificar la ejecución de esta naturaleza y magnitud, se considera la descripción de los usos principales del reactor nuclear y de los diversos laboratorios concebidos en el proyecto, así como una muy somera descripción de las principales investigaciones que se llevarían a cabo; se indica como sigue:

De los estudios efectuados se definió que el empleo del reactor nuclear de investigaciones tenía que ser principalmente con el uso de su alto flujo de neutrones, con lo cual y por reacciones nucleares, se puede producir isótopos radioactivos o aplicar estas reacciones para analizar trazos de elementos químicos con prontitud y certeza.

Para la producción de los isótopos, se realizaron un sinnúmero de investigaciones tendientes a determinar la cantidad de material radiactivo utilizado en el Ecuador; así tenemos que los resultados obtenidos arrojaron que se empleaba 670 mCi/mes de Iodo-131 y 4000 mCi/mes de Tecnecio-99, que justifica plenamente el establecimiento de un reactor de investigaciones de alto flujo. Se consideró que debe importarse por lo

menos un 38% más de estas cifras atendiendo a que estos isótopos tienen que ser importados y su actividad nuclear decae con el tiempo. Igualmente se importan cantidades menores de Indio 113-m, Cromo-51 y Oro-198; estos radioisótopos pueden igualmente ser fabricados en el país con un flujo de 10^{14} nt/cm² seg.

Estos radioisótopos se emplean en distintos hospitales públicos y privados del país, pero faltan muchos otros hospitales del Estado que necesitan urgentemente la incorporación de los servicios de Medicina Nuclear. Los datos presentados incluyen el uso de estos radioisótopos por médicos en la práctica privada.

En relación al mercado de radiofármacos, hay algunos de ellos que se hacen en los Servicios de Radioisótopos de los hospitales, pero la mayoría son importados. La diferencia de precio varía entre 1000-1 o de 100-1 dependiendo del tipo de los mismos. No existen datos de verdadera actividad empleada en radiofármacos, pero se cree que llega al 30% de lo empleado como radioisótopos puros.

Estos compuestos marcados en átomos nuclearmente activos sirven en mejor forma que los radioisótopos y además pueden emplearse no sólo para estudios in vivo, sino también in vitro, en Medicina Nuclear humana, medicina veterinaria y biología en general. Por lo tanto, el estudio puede también relacionarse con vitaminas, hormonas, proteínas, etc.

Además de lo indicado anteriormente, se podrá fabricar en el país Bromo-80 y Bromo-82 de amplio uso en hidrología; Fósforo-32 de inaplazable necesidad en estudios de fertilización, así como isótopos de los elementos menores, necesarios regularmente en este tipo de trabajos.

Esto indica que la producción de isótopos en las actividades generales de la CEEA, será una de las de mayor actividad. Naturalmente habrá que ver el mecanismo apropiado para la eficiente distribución de los radioisótopos a los usuarios y cuando ya el sistema esté en operación, se tratará de dar la mayor participación a la iniciativa particular.

Disponiendo de la instrumentación adecuada mediante el uso del reactor se puede determinar simultáneamente hasta 33 elementos químicos, por métodos electrónicos, sin necesidad de hacer ningún análisis de la química tradicional. El método conocido como análisis por activación de neutrones, permite detectar trazas de elementos químicos inferiores a mil millonésimas de gramo, para muchos elementos químicos.

Esta técnica que alcanza la mayor precisión lograda por el hombre, se puede aplicar en los siguientes temas:

En agricultura; influencia de elementos químicos menores, en el rendimiento de cosechas, concentración de elementos nocivos en frutos y plantas de alimentación; metabolismo y dispersión de insectos, balance de agua de irrigación, etc. Es interesante aumentar en este punto, por ejemplo, el problema de Selenio. Este elemento puede ser absorbido de los suelos por las plantas que se emplean como forraje cuando son tomadas por el ganado; sus efectos acumulativos producen graves problemas que ya están siendo detectados por el medio ecuatoriano. La mejor técnica y quizá la única para detectar trazas de Selenio, es la técnica de análisis por activación neutrónica (NAA).

En aplicaciones en el campo de la ganadería, las mediciones cuantitativas de: toxicidad, metabolismo animal, nutrición, conducen al diagnóstico de enfermedades. Selenio sería un típico estudio.

En materia criminológica, la aclaración de cualquier tipo de rastros, falsificaciones, identificación de sospechosos utilizando técnicas refinadas de análisis cualitativo y cuantitativo.

Para arqueología, las técnicas de análisis por activación de neutrones, pueden usarse con éxito singular para localizar el origen de fabricación de objetos arqueológicos metálicos e inclusive determinar el adelanto de las artes metalúrgicas.

En materia de geología y prospección de minerales, por la rapidez de su respuesta, estas técnicas, son el mejor auxiliar en prospección minera, pues a más de cuantificar los elementos de mayor concentración, son fácilmente detectados y medidos. Análisis por activación de neutrones es la mejor técnica para la prospección de minerales de uranio.

En el campo de la metalurgia, permite determinar la pureza de las piezas fabricadas, control óptimo de calidad y prolijo auxiliar para absolver consultas difíciles en las aduanas.

En materia petrolera, actividad tan importante para el desarrollo del país, los óptimos resultados obtenidos en el análisis de metales pesados en hidrocarburos, es una técnica muy eficaz para definir la calidad de los lubricantes.

En ciencias ambientales en forma rápida y precisa las concentraciones de elementos nocivos, tanto en la atmósfera, como en el agua del río o mar. Igualmente, el empleo de estas técnicas, permite determinar cadenas alimenticias y factores de concentración de elementos dañinos en los seres vivos.

En cuanto tiene relación con las características y usos de los laboratorios, cada laboratorio tendrá un uso particular en sus responsabilidades de servicio e investigación. Se entiende que debido a los problemas que se presenten, existirá gran actividad interlaboratorial de servicio.

Para laboratorios de técnicas y equipos para análisis por activación de neutrones, se necesitarán dos multicanales de 4000 canales cada uno y detectores de Fermanio (Li) que deben ser refrigerados por nitrógeno líquido. Los detectores deberán tener blindaje apropiado para reducir la radiación de fondo y dispondrán de minicomputadora para procesar los datos y graficadores (X-Y) para facilitar el proceso de los mismos.

Para el laboratorio de producción y fraccionamiento de radioisótopos, se requieren tres celdas donde los isótopos producidos en el reactor, se sometan a purificación y dosificación.

Se necesitan dos celdas de fraccionamiento; aquí se envasarán las fracciones de isótopos que soliciten los usuarios. Sería necesario disponer de tres celdas para el marcado de compuestos de interés clínico o biológico.

Se efectuará el más estricto control de calidad nuclear y biológico de los radioisótopos y radiofármacos en toda la cadena de producción. Posteriormente se incorporarán animales de experimentación que servirán tanto para el control biológico dinámico de los productos marcados, como para nuevos productos que irán en función de las diversas investigaciones que se vayan desarrollando en el Centro de Estudios Nucleares.

El laboratorio de dosimetría, servirá de base para la dosimetría de personal y su equipo consiste en una fuente de irradiación de Cobalto-60 de 2.000 Ci, una fuente de rayos X de hasta 350 Kv, fuentes menores de Co-60, radio-222, Cesio-137 para la calibración de equipos utilizados tanto en radio protección de personal, como en el uso de proyección de minerales radioactivos.

Las fuentes de radiación servirán especialmente en las demandas de investigación que se originen del sector agropecuario. Este laboratorio tiene como inmediatas responsabilidades el averiguar la dosis de radiación natural que recibe el hombre ecuatoriano y la implementación de microcalimetría aplicada a determinación de dosis absolutas de radiación y el desarrollo de los programas de computación adecuados para el cálculo de dosis a materiales de diversa naturaleza.

El laboratorio de seguridad radiológica de personal, tendrá el apoyo del laboratorio de dosimetría y pondrá en marcha los métodos de dosimetría de película para rayos X, rayos gamma y neutrones. Empleará también el método termoluminiscencia en su fase aplicativa a personal.

El laboratorio de análisis químicos para minerales de uranio y torio, dispondrá de equipos para desarrollar las siguientes técnicas:

Fluorometría, fluorescencia de rayos X, difracción de rayos X, absorción atómica, espectroscopia de arco, espectrometría gamma, medidores de ph, espectrocolorimetría. Equipo para preparación de muestras para análisis.

El laboratorio de química del reactor, dispondrá de los equipos para el control del refrigerante: multicanal de 2000 y detector de Fermanio (Li), medidores de conductividad y concentración de iones de hidrógeno (ph). Además, cooperará con seguridad radiológica efectuando análisis de suelo, agua y aire que se requieran.

Los laboratorios que respalden la actividad de la Dirección de Investigaciones en el campo agropecuario, dispondrán de los servicios anteriormente indicados y además, específicamente de los siguientes:

El laboratorio de veterinaria, contará con detectores apropiados para valorar los datos de medicina clínica, así como radioinmuno ensayo. Esto incluye equipos de detección para emisores beta y emisores gamma; además necesitaría autoclaves, estufas, microscopios para trabajar en los problemas de enfermedades parasitarias.

En el laboratorio de ciencias de suelos, se podrán usar los equipos de conteo anteriormente indicados, además dispondrán de un aspersor de neutrones y de los equipos que sean necesarios para atender problemas de riego con el uso de radioisótopos. Se necesitará invernaderos apropiados para el manejo de radioisótopos.

En el laboratorio de genética, la principal ocupación será disponer y usar de las instalaciones adecuadas para cultivo de tejidos, así como de evaluación de efectos de radiación en semillas y plantas, respaldadas en programas de computación

El laboratorio de entomología, de conformidad con los requerimientos debería contar con cámaras bioclimáticas para la producción de insectos en el laboratorio. Facilidades para atender los datos de insectos. Evaluación en el campo de problemas entomológicos tales como el uso de la técnica del macho estéril, y la dispersión de insectos:

El laboratorio de biología molecular, servirá de apoyo a todos los otros laboratorios del sector agropecuario e iniciará sus acciones, mediante el rendimiento fotosintético de las especies vegetales de interés tanto en el aspecto de nutrición, como en el de biomasa para energía.

En cuanto tiene relación con el contacto mantenido por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica con distintos Centros de Educación Superior, a lo largo del presente trabajo se anotó por menorizadamente las actividades programadas y proyectos conjuntos realizados con la mayoría de institutos y centros educativos de nivel superior con que cuenta el país.

Desde mi modesto punto de vista, considero que estos contactos fueron sumamente positivos en función de país, pero por otra parte fueron insuficientes, pues todo lo hasta la presente fecha desarrollado involucra a un grupo minúsculo de profesionales y estudiantes universitarios que en diferentes profesiones y carreras técnicas participaron en actividades vinculadas al desarrollo pacífico de la energía nuclear.

C A P I T U L O I V

PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA COMISION ECUATORIANA DE ENERGIA ATOMICA (CEEA) EN SUS DIFERENTES CAMPOS DE ACCION

Toda entidad o institución debe tener muy claros sus objetivos a ser logrados en distintos períodos en el tiempo más aún si como en el caso que me ocupa se trata de una institución netamente técnica.

Resulta lógico y por supuesto coherente el aspirar a que, los planes, programas y proyectos de trabajo que internamente desarrollan cada una de las Direcciones Técnicas de la CEEA, persiguen el objetivo institucional cual es el desarrollo de la energía nuclear en el Ecuador con fines pacíficos; y por supuesto que así ocurre, esto es, existe armonía permanente entre objetivos y actividades de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica por lo cual, a continuación y muy rápidamente anotaré las perspectivas de desarrollo institucional.

A. DIRECCION DE MATERIAS PRIMAS NUCLEARES

Una vez que los estudios de campo y el muestreo de laboratorio arrojan resultados alentadores en cuanto tiene relación con la Prospección de Uranio en el país, será muy importante el investigar más profundamente las anomalías detectadas, especialmente aquellas localizadas en la zona de Puyango, zona en la cual se continuará la explotación de minerales radiactivos, esto es, investigaciones geológicas de detalle, investigaciones geofísicas y perforaciones. Se deberá continuar también con el trazado de mallas radiométricas y geoquímicas para determinar la o las zonas anomálicas.

Las condiciones geológicas en el territorio ecuatoriano son favorables para la existencia de minerales como el uranio y otros de interés nuclear, por lo tanto, será importante la búsqueda intensa de zonas anomálicas de este tipo de minerales radiactivos en todo el territorio nacional.

Frente a las perspectivas anotadas, que se las puede considerar en el corto y mediano plazo y, ante la probabilidad de encontrar importantes yacimientos de uranio y otro tipo de materiales radiactivos, para el largo plazo se deberá pensar en el establecimiento de una industria complementaria en el campo minero, desde luego, altamente capacitado y eficiente, que permita la explotación y utilización de los minerales radiactivos.

B. DIRECCION DE INVESTIGACIONES

Dentro de las principales actividades analizadas en el capítulo anterior, que desarrolla la Dirección de Investigaciones, anotamos aquellas que de una u otra forma inciden en mejorar la calidad de distintos productos agrícolas y desde luego, lograr mayor productividad por hectárea de esos productos.

Frente al trabajo realizado y primordialmente a los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación, se desprende de que este tipo de proyectos se mantendrán en el tiempo, motivo por el cual, analizaré a continuación las perspectivas y objetivos que tienen definidos para el desarrollo de las mismas.

Entre los proyectos a los cuales hago referencia encontramos el Análisis de Residuos de Plaguicidas mediante conteo por centelleo líquido para el cual los objetivos del proyecto se los puede sintetizar en averiguar la persistencia y tasa de reaparición de BHC (Lindano), del Aldrín y del Heptacloro del suelo, agua y planta en el medio ambiente nacional; así como también incorporar una nueva herramienta de trabajo, a las de uso corriente en la determinación de residuos.

En el proyecto correspondiente de uso del IRA de progesterona en leches para mejorar la reproducción animal, los objetivos que incrementan las investigaciones se los puede definir en probar la efectividad de la técnica para mejorar los índices reproductivos en hatos lecheros de distintas zonas del país y, como consecuencia de ello, mejorar la calidad y pro-

ducción de los hatos ganaderos en investigación.

Las perspectivas futuras en este campo de actividad se lo puede centrar en mejorar la calidad del ganado en todo el país, para lo cual será muy importante entre otros factores analizar e investigar pormenorizadamente determinado tipo de parámetros y comportamientos de hatos ganaderos en las distintas regiones del país. Una vez obtenidos resultados concretos, será indispensable el brindar asistencia técnica a ganaderos de todas las regiones de la patria.

Respecto a las investigaciones sobre elaboración de radiovacunas que disminuyan los riesgos de enfermedades parasitarias en ganado vacuno, será importante el seguir analizando los parámetros producto de las investigaciones realizadas, para a través de ellas establecer las mejores técnicas para contrarrestar el efecto que causan los parásitos en el organismo de los animales para protegerlos e inmunizarlos. Entre los objetivos propuestos se debe destacar la determinación de los períodos más adecuados en los animales para aplicarles las radiovacunas y efectuar el tratamiento antiparasitario, producir y evaluar una vacuna radioatenuado, y emplear los resultados obtenidos a nivel nacional.

En cuanto al uso eficiente del agua y fertilizantes para cultivos de trigo, se tienen definidas los siguientes objetivos: estudiar la dinámica del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera a fin de realizar el balance hídrico por cultivo de trigo; analizar y estudiar los caminos seguidos por el nitrógeno fertilizante (N^{15}), esto es, la fracción absorbida por la planta y su distribución en los diferentes órganos, la fracción perdida por la lixiviación profunda y/o volatización y la fracción que queda en el suelo como nitrógeno residual; determinar la cantidad de fertilizante fosforado absorbido por las plantas de trigo y la cantidad fijada en el suelo.

Lo descrito en el párrafo anterior permitirá en el mediano y largo plazos elaborar recomendaciones para racionalizar el uso de agua y fertilizantes en el cultivo de trigo; determinar cual de las variedades comerciales existentes en el país

es la más eficiente para convertir el fertilizante en proteínas y carbohidratos y, contribuir a la capacitación de los profesionales agrónomos y estudiantes de agronomía en el uso de técnicas nucleares para el estudio de las relaciones suelo-planta-atmósfera.

C. DIRECCION DE CIENCIAS BIO-FISICAS

Entre las perspectivas más relevantes de la Dirección de Ciencias Bio-físicas anotaré las siguientes:

En materia de inspección de unidades de rayos X y fuentes de radiación, la Unidad responsable del desarrollo de estas actividades en el país tiene previsto examinar las condiciones de seguridad radiológica en instalaciones médicas, dentales e industriales tanto institucionales como particulares y mantener un control estricto en el cumplimiento de recomendaciones y normas emitidas por la CEEA a nivel nacional. De lograrse este objetivo en el corto plazo, indiscutiblemente que se estará garantizando la optimización de este tipo de servicios en el país y garantizando la salud de los usuarios.

Es importante en este campo de acción preparar y concientizar de mejor forma al personal que labora con radiaciones ionizantes para mejorar sus condiciones de trabajo y agilizar el cumplimiento de las medidas de protección en todo el territorio nacional.

Optimizar el funcionamiento de los servicios de radiodiagnóstico, radioterapia y de investigación del país y comprobar su aplicación.

Asegurar que el uso de material radiactivo se realice dentro de normas y reglamentos de protección existentes y con personal debidamente capacitado.

Perfeccionar las técnicas de protección radiológica en instalaciones médicas y odontológicas del país de conformidad con reglamentos existentes.

Disminución de los riesgos de irradiación accidental que se produce en el transporte y manipulación de material radiactivo.

En materia de control de calidad y protección radiológica en medicina nuclear, se puede definir los siguientes objetivos a ser logrados.

Implementar a nivel nacional pruebas rutinarias y/o periódicas de control de calidad en cada una de las unidades o departamentos de medicina nuclear del país.

Establecer un centro de distribución de radioisótopos (tecnecio 99m y Yodo 131) que proporcione estos materiales radiactivos a cada uno de los hospitales y centros de salud que lo requieran y que cuenten con departamentos de medicina nuclear.

Implementar los servicios de protección radiológica en todos los centros de salud a nivel nacional que cuenten con servicios de medicina nuclear.

Con respecto al transporte de material radiactivo, otro campo de acción de la Dirección de Ciencias Biofísicas, se tienen definidos los siguientes objetivos a ser logrados en el corto y mediano plazo.

Evaluar la situación del transporte de material radiactivo, en bodegas de aduanas principalmente de los aeropuertos internacionales del país y puertos marítimos a base de inspecciones periódicas.

Evaluar la situación en base a visitas periódicas de comprobación en bodegas de superintendencia de valijas de correos en todo el país, de las secciones internacionales de los aeropuertos de Quito y Guayaquil, y primordialmente de impor-

tadores particulares de material radiactivo.

Emitir criterios individuales, para cada caso analizado, luego de las evaluaciones efectuadas, dictando medidas correctivas que conlleven mayor protección contra la radiación.

Prevenir al personal involucrado en el transporte, almacenamiento, manipulación y uso de materiales radiactivos, sobre los peligros que encierra el mantener contacto permanente con tales materiales.

Educar y capacitar al personal de Bomberos, Policía Civil Nacional, Policía Militar Aduanera, Cruz Roja, Defensa Civil, etc. respecto de los riesgos que entraña la presencia de materiales radiactivos, proporcionando las normas, procedimientos y acciones a ser desplegadas en caso de presentarse accidentes radiológicos.

En el corto plazo se hace indispensable exigir el estricto cumplimiento del Reglamento de Seguridad Radiológica preparado por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, así como también del Reglamento para Transporte de Material Radiactivo preparado por el Organismo Internacional de Energía Atómica para ser aplicado en todos los países miembros.

Elaborar y difundir manuales operacionales y normas prácticas de manejo de seguridad de material radiactivo, durante los procesos de manipulación.

Ejercer un control óptimo de la protección radiológica, en todos los campos de aplicación de las radiaciones,

Propender al completo conocimiento del público en general de los peligros que las radiaciones ionizantes entrañan, así como de las entidades y protección que deben observarse.

Emitir criterios bien fundados respecto a la legislación que sobre seguridad radiológica debe implementarse, regla-

mentando en forma más eficiente el transporte seguro, el almacenamiento y los desechos de materiales radiactivos, en cuya legislación se debe contemplar sanciones para infracciones cometidas.

Dentro de las políticas de importación de equipos y/o materiales radiactivos que tiene definida la entidad, será importante establecer un control más prolijo de instituciones o casas importadoras con el propósito de conocer el destino final de cada producto importado. Será importante mantener estadísticas anuales de importaciones efectuadas al país por producto importado, su utilización y manejo de las distintas áreas de aplicación.

En cuanto tiene relación con determinar el grado de radiactividad natural de fondo, la Dirección de Ciencias Biofísicas tiene definidos los objetivos a continuación anotados y que, tienen íntima relación primordialmente con el Proyecto del Reactor Nuclear de investigación.

Determinación de la radiactividad de fondo en la zona de emplazamiento del Reactor Nuclear de investigación proyectado por la CEEA, que servirán de base y fundamento para el establecimiento de un programa de vigilancia radiológica ambiental en el país.

Observación de datos de base suficientes para ulterior comparación mediante la determinación de radiactividad de fondo.

Determinación de la correlación existente entre las cantidades de afluentes liberados al medio.

En otro campo de acción de esta Dirección, cual es, la dosimetría personal será importante ofrecer el servicio de dosimetría por termoluminiscencia al personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes de hospitales, dispensarios médicos, centros de salud, consultorios públicos y privados del país.

Será también importante el mantener e incrementar las actividades tendientes a evaluar los dosímetros personales y evaluar las dosis recibidas por profesionales vinculados con actividades primordialmente de medicina nuclear, evaluaciones que deben ser periódicas.

Previsión de dosímetros ambientales de referencia a los servicios de radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear de entidades e instituciones descritas en el párrafo anterior.

Con respecto a Dosimetría Secundaria Normalizada, será importante la calibración de cámaras y detectores utilizados en la detección de todo tipo de radiaciones ionizantes.

La calibración de máquinas generadoras y/o emisoras de radiaciones ionizantes utilizadas en el campo de la radioterapia en todo el país, cumpliendo de esta manera lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad Radiológica.

Es importante también la calibración de la unidad de rayos X del laboratorio de dosimetría de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, con patrones secundarios, lo cual permitirá iniciar el programa de calibraciones de rayos X a nivel nacional.

En el ámbito de la dosimetría ambiental será muy importante la elaboración de un mapa geográfico del país reflejando en este las dosis ambientales de radiaciones ionizantes de origen natural.

Se tiene definido el realizar estudios sobre procesos de preparación, sensibilidad, annealing, lectura, fading de vida promedio de materiales termoluminiscentes.

La CEEA deberá servir de base y fundamento científico para definir los procedimientos más adecuados para ejecutar programas de dosimetría ambiental por termoluminiscencia a nivel nacional.

En el mediano plazo, sería importante desarrollar todas las técnicas de ensayos no destructivos para la realización del control de calidad del proyecto de construcción del Centro de Estudios Nucleares del Ecuador, así como también realizar la difusión de esas técnicas de control en todo el país.

En el largo plazo, será importante lograr en base a las investigaciones realizadas una técnica apropiada para el control de calidad en el país, asimismo como desarrollar una unidad de control de calidad preparado para prestar servicios de asistencia técnica a otras entidades del país.

Para mantenimiento electrónico, dentro del proyecto de instrumentación nuclear, será importante impulsar las actividades de diseño y construcción de instrumentos nucleares con fines pedagógicos; diseño y construcción de instrumentos nucleares para diferentes laboratorios de la CEEA y de distintas entidades y empresas que en el país así lo requieran; el intercambio de experiencias y técnicas con los demás países de la región para ampliar los conocimientos adquiridos; la capacitación y experimentación con instrumentación de reactores.

El cabal cumplimiento de los objetivos, permitirá poseer el bagaje de conocimientos suficientes para desarrollar pequeños proyectos de instrumentación nuclear que el país los requiere; poseer conocimientos suficientes para realizar interfaces entre computadores y la instrumentación nuclear; ser autosuficientes en el mantenimiento y reparación de instrumental nuclear de relativa complejidad, que en definitiva implica la creación de tecnología propia.

Otra de las actividades importantes para el próximo quinquenio que se está desarrollando por parte de funcionarios de la Dirección del Reactor está relacionada con fraccionamiento de radioisótopos y producción de radiofármacos, pues este campo íntimamente vinculado con la medicina nuclear, se está desarrollando activamente en el país, principalmente en la utilización de una amplia gama de generadores de tec-

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

- El desarrollo de la energía nuclear en todo el mundo, tanto con fines pacíficos como con fines militares está determinando en la presente época la hegemonía de unos cuantos países, aquellos que lograron resultados prácticos y efectivos en materia de aplicaciones, lideran en este campo sobre el resto de países del mundo y predominantemente sobre aquellos que en los actuales momentos son considerados del Tercer Mundo, en cuyo caso se encuentra el Ecuador.

- La mayoría de los países del mundo, que no poseen una tecnología propia y adecuada a sus requerimientos para desarrollar y aplicar la energía nuclear con fines pacíficos, están preocupados por incursionar de forma práctica y efectiva en este campo con el propósito, de entre otros múltiples factores, desarrollar más armónicamente sus sociedades y obviamente sus economías y, armonizar de esta manera con el desarrollo logrado en todo el mundo respecto de esta materia.

- Resulta evidente pues, que la energía nuclear en sus distintos campos de aplicación es la ciencia del presente y consecuentemente será la del futuro en el mundo; frente a esta realidad resultará sumamente importante que todos los países del globo desarrollen y apliquen esta ciencia para lograr en el mediano y/o largo plazo crear sus propias tecnologías, de conformidad con sus reales necesidades de aplicar y desarrollar la energía atómica con fines netamente pacíficos.

- En cuanto tiene que ver con el Continente americano, ya se anotó a grandes rasgos el desarrollo logrado en materia de energía nuclear, con fines pacíficos y, en algunos

casos en aplicaciones e investigaciones relativas al campo militar por parte de determinados países; frente a ello, es imperiosa la ingerencia del Organismo Internacional de Energía Atómica para promover e incentivar el uso y la aplicación con fines pacíficos de la energía nuclear en el Continente y, para controlar las aplicaciones militares de la energía atómica, haciendo respetar los Tratados internacionales que para el efecto se han suscrito.

- Dentro del campo de aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, resulta muy importante el desarrollo armónico y equilibrado de los países de la región primordialmente y del Continente en general; claro que para ello se requiere un sin número de procedimientos, actividades y criterios similares y unificados, los cuales son muy difícil de lograrlos, producto de las ingerencias políticas e intereses creados en cada país o región con respecto a esta materia.

- Basados en el desarrollo logrado por los países limítrofes del Ecuador en materia de energía atómica, será muy importante que los gobernantes de nuestro país y quienes de una u otra forma se encuentran vinculados a este campo de acción, impulsen significativamente las actividades que desarrolla la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica con el propósito de equilibrar el desarrollo tecnológico de la región.

- De los distintos análisis efectuados en el presente trabajo de investigación individual, resulta incuestionable concluir que nuestros gobernantes no han concedido la importancia debida para desarrollar e impulsar las actividades, programas y proyectos definidos por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica con el propósito de incentivar la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos en el Ecuador.

- Los compromisos internacionales adquiridos por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica en representación del gobierno nacional, principalmente con el Organismo Internacional de Energía Atómica, para el desarrollo de proyectos específicos

que no son cumplidos en los términos acordados, perjudican la imagen internacional del país y por sobre ello, retrasan su ejecución, atentándose de esta manera al desarrollo del país, pues las actividades de la CEEA tienen íntima relación con el logro de los objetivos nacionales actuales.

- El aporte de asistencia técnica brindado por el Organismo Internacional de Energía Atómica para el desarrollo pacífico de la energía nuclear en el Ecuador constituye factor significativo en el logro de los objetivos que la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica los tiene definidos, como entidad asesora y rectora de las políticas de energía nuclear en el Ecuador.

- El desarrollo de entidades e instituciones netamente técnico-científicas que despliegan sus actividades en el país, se ven seriamente limitadas para lograr sus objetivos institucionales en vista de que, por una parte no cuentan con el apoyo indispensable de los gobernantes de turno debido a la falta de una conciencia técnico-científica y por otra, a que el desarrollo e impulso de las actividades, programas y proyectos de este tipo de instituciones demanda del gobierno nacional ingentes recursos económicos, los mismos que no tienen réditos en períodos cortos de tiempo.

En esta problemática está inmersa la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica como institución eminentemente técnico-científica.

- La limitada asignación de recursos económicos por parte del Estado ecuatoriano, para el logro de los objetivos definidos por la CEEA, pone en serio peligro la ejecución de determinados proyectos que cuentan con el aporte del Organismo Internacional de Energía Atómica, vía los distintos componentes de asistencia técnica y que, en caso de paralizárselos se afectaría de forma significativa a aquellos campos de aplicación e investigación en los cuales se viene trabajando, corriéndose el riesgo en último término de echar a perder

todo lo hasta ahora logrado.

- El desarrollo técnico-científico alcanzado por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica en la consecución del objetivo a largo plazo definido por la entidad, cual es el desarrollo pacífico de la energía atómica en el país, permiten garantizar el logro de objetivos menores definidos para el desarrollo de proyectos nuevos de investigación y aplicación, en sus distintos campos de acción.

- Los permanentes contactos mantenidos por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica con un gran número de institutos de educación superior e instituciones de investigación tanto del sector público como del sector privado del país permitieron impulsar e incentivar la utilización de distintas técnicas nucleares, la ejecución de importantes programas y proyectos conjuntos, brindar permanentemente asistencia técnica a través de distintos convenios y acuerdos suscritos, constituyen acciones trascendentales para impulsar de mejor manera el desarrollo técnico-científico y socio-económico del país.

- El desarrollo de proyectos de investigación, exploración y control, implementados indistintamente por cada una de las Direcciones Técnicas de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica están íntimamente relacionados con distintos objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, pretendiéndose contribuir de forma práctica, efectiva y cotidiana al desarrollo integral del país, vinculando el desarrollo pacífico de la energía nuclear con el desarrollo armónico e integral de toda la sociedad ecuatoriana.

B. RECOMENDACIONES

- El aporte internacional para el desarrollo pacífico de la energía nuclear en el Ecuador es determinante, principalmente aque que se lo canalizó desde el Organismo Internacional de Energía Atómica, por lo cual será importan-

te en el país definir una política internacional de asistencia técnica para entidades e instituciones técnico-científicas que desarrollen actividades en diferentes campos de aplicación. En el caso concreto que analizamos como es el desarrollo pacífico de la energía nuclear, la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, como entidad rectora y asesora del Gobierno Nacional en esta materia, deberá desplegar políticas y acciones concretas para optimizar la utilización de recursos que bajo la modalidad de asistencia técnica se entregan al Ecuador por el OIEA.

- En íntima relación con la recomendación anterior, se debe anotar un permanente problema que año a año debe afrontar la CEEA y que, no únicamente afecta a los montos totales de recursos que la Comisión recibe del OIEA como asistencia técnica, sino que afecta de forma determinante la ejecución de importantes proyectos de aplicación de la energía nuclear en campos pacíficos de interés nacional.

Este problema al que hago referencia es la asignación de recursos económicos para gastos de funcionamiento de la CEEA por parte del Gobierno Nacional, los cuales son estimados y asignados por las instituciones responsables sin ningún criterio técnico, sin conocimiento de los requerimientos mínimos indispensables de la CEEA que le permita cumplir con los objetivos para los que fue creada, con los compromisos nacionales adquiridos o por adquirirse en el año fiscal y, lo que es más importante, cumplir con los compromisos que a nivel regional e internacional se adquieren por la CEEA, en representación del Gobierno Nacional, para el desarrollo pacífico de la energía nuclear en el Ecuador.

Ante lo descrito, será importante para la CEEA que los máximos personeros (señores Miembros del Directorio, señor Presidente del mismo) emprendan anualmente una campaña agresiva de reuniones de trabajo con las autoridades de instituciones que de una u otra forma están vinculadas con la aprobación de la

proforma presupuestaria de la CEEA, primordialmente en el Ministerio de Finanzas y Crédito Público, con el propósito, en primer término, de lograr el apoyo de los distintos personeros del Estado, vinculados con el Ministerio, para que la asignación de los recursos económicos se los realice con mentalidad netamente técnica, considerándose anualmente sus verdaderas necesidades, los proyectos a ejecutarse, los compromisos internacionales adquiridos, etc. y, en segundo lugar, promover un mejor conocimiento de la CEEA reflejado en actividades, programas, proyectos y logros institucionales.

- Se hace imprescindible que el Gobierno Nacional asuma una política definida y clara respecto a las actividades, programas y proyectos que desarrolla la CEEA, fundamentalmente en cuanto tiene que ver con el apoyo y la decisión política que debe asumir respecto a determinados proyectos definidos por la institución desde hace varios años atrás que hasta la presente fecha no cuentan con la autorización y decisión gubernamental para ejecutarlas; me refiero concretamente a dos: la construcción del Centro de Estudios Nucleares del Ecuador y, dentro de éste, el proyecto más ambicioso de la institución, la construcción del Reactor Nuclear de Investigación. Hay que reconocer que la ejecución de estos proyectos demanda ingentes recursos económicos de parte del Estado, lo cual constituye limitante para que el Gobierno Nacional asuma una definición respecto a la ejecución de los proyectos en referencia.

- Es indispensable para los intereses nacionales el crear una conciencia investigativa, técnico-científica en la población ecuatoriana, principalmente en aquellos que tienen mayores oportunidades para acceder a niveles educativos superiores, lo cual permitirá en el medio y largo plazo el crear una tecnología adecuada al desarrollo nacional y a las distintas exigencias en diversos campos de acción; por lo cual es importante vincular en el menor tiempo posible a las entidades e instituciones técnico-científicas con que cuenta el

país a programas de estudio e investigación prácticas que tienen definidas las universidades del país, a través de las distintas facultades, lo cual permitirá una mayor aplicabilidad de los conocimientos teóricos adquiridos por los futuros profesionales en las aulas universitarias así como, incentivará de forma práctica y efectiva la investigación en el país.

- Centrándome en el ámbito de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, debo incursionar en un aspecto que incidió, incide e incidirá en el desarrollo institucional y la consecución de los objetivos propuestos, cual es, la inestabilidad de sus máximos personeros, primordialmente en el caso de los representantes de los distintos señores Ministros de Estado en el Directorio de la CEEA y, de forma más determinante la inestabilidad de su Presidente; pues se da el caso concreto que, en el lapso de los dos últimos años la institución contó con cuatro Presidentes.

Esta situación obedece a que el Presidente de la CEEA y representante del Presidente Constitucional de la República en el Directorio de la Institución, es el Secretario General del Consejo de Seguridad Nacional, Oficial General en Servicio Activo de las Fuerzas Armadas, quien está supeditado a las decisiones y cambios de la cúpula militar del Ejército Ecuatoriano.

Frente a lo descrito, se hace impostergable revisar la Ley Constitutiva de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, para buscar una solución práctica y objetiva al problema detectado, que incuestionablemente está afectando al desarrollo armónico y coherente de la entidad.

La estabilidad de ejecutivos y funcionarios de alto nivel en toda institución o entidad es muy importante para la consecución de sus objetivos, mas si analizo el caso de entidades e instituciones técnico-científicas de investigación que demandan trabajo continuo en períodos de tiempo significativamente considerables.

- Ya se anotó algo respecto al trabajo de investigación mancomunado y armónico que se debe desplegar entre las entidades técnico-científicas del país y los distintos centros de Educación Superior; en este campo, las actividades de la CEEA se orientarán a trabajar en programas y proyectos de investigación con distintas facultades de un buen número de universidades en el país, pero desde mi punto de vista personal considero que estos esfuerzos no fueron lo suficientemente significativos para impulsar de forma importante la investigación e interés de estudiantes y profesionales universitarios en el campo de las aplicaciones pacíficas y el desarrollo de la energía nuclear en el Ecuador, lo que demanda asumir una política institucional en sus distintos campos de acción, coherente con planes y programas de estudio e investigación tendiente a impulsar las actividades conjuntas entre la CEEA y los distintos Centros de Educación Superior, para entre múltiples factores y objetivos, crear una tecnología propia que coadyuve al desarrollo de la energía nuclear con fines pacíficos en el país.

- En materia de programas y proyectos específicos, definidos e implementados por cada una de las Direcciones Técnicas y sus respectivas divisiones, será muy importante lograr las metas y objetivos definidos para cada campo de actividad anualmente; claro está que ello obedecerá a un sin número de factores, pero primordialmente al cumplimiento de los convenios internacionales suscritos con el país, por lo cual es sumamente importante para la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica contar con el apoyo irrestricto de todos los estamentos del Gobierno Nacional y de la población ecuatoriana que de una u otra forma se encuentren vinculados con el desarrollo pacífico de la energía nuclear en el Ecuador.

B I B L I O G R A F I A

A. LIBROS

Joseph Yager. Energía Nuclear. 2da. edición, Buenos Aires. Editorial Froterna

Grace M. Ferrara. La Energía Atómica y la Controversia de la Seguridad. 1ra. edición, México. Editores S.A.

B. APUNTES

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Examen de las Actividades del Organismo. Viena, julio de 1985.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Cuentas del Organismo. Viena, agosto de 1985.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Actividades de Cooperación Técnica del Organismo. Agosto de 1985 .

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Servicios y Asistencia Técnica. Viena, 1974.

CEEA, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Planes Operativos, años 1981, 1982, 1983, 1984, 1985 y 1986.

CEEA, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Informes de Actividades, años 1983, 1984, 1985 y primer trimestre de 1986.

CEEA, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Proformas Presupuestarias, años 1984 y 1985.

CEEA, Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica. Presupuestos Liquidados, años 1982, 1983, 1984 y 1985.

C. OTROS

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 23, N° 4. Diciembre 1982.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 25, N° 1. Marzo de 1983.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 25, N° 2. Junio de 1983.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 25, N° 4. Diciembre de 1983

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 26, N° 1. Marzo de 1984.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 26, N° 2. Junio de 1984.


OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 26, N° 3. Septiembre de 1984.

OIEA, Organismo Internacional de Energía Atómica. Boletín 27, N° 1. Primavera de 1985.

AUTORIZACION DE PUBLICACION

Autorizo al Instituto de Altos Estudios Nacionales la publicación de este Trabajo, de su bibliografía y anexos, como artículo de la Revista o como artículo para lectura seleccionada.

Quito, 9 de junio de 1986


Econ. Eduardo Larrea Flores