

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.413 (Sem.23/2)  
13 de marzo de 1985

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Reunión de Expertos Regionales en Preparación de la  
Conferencia de las Naciones Unidas para el Fomento de  
la Cooperación Internacional en la Utilización de la  
Energía Nuclear con Fines Pacíficos

Santiago de Chile, 15 al 18 de abril de 1985



ENERGIA NUCLEAR EN COLOMBIA, MEXICO, VENEZUELA, BOLIVIA Y  
ECUADOR, Y PERSPECTIVAS DE COOPERACION REGIONAL 1/

1/ El presente documento fue preparado por el señor Luis Gálvez Cruz, Consultor de la CEPAL. Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la CEPAL.

85-3-318



INDICE

	<u>Página</u>
Introducción	1
I. Resumen de la misión	2
Colombia	2
1. Usos pacíficos de la energía nuclear	2
a) Estructura institucional del sector nuclear	2
b) Usos energéticos de la energía nuclear	2
c) Usos no energéticos	3
d) Problemas del sector nuclear	3
2. Cooperación regional e internacional	4
a) Instituciones visitadas	4
b) Documentos recabados en la misión	4
México	5
1. Usos pacíficos de la energía nuclear	5
a) Estructura institucional del sector nuclear	5
b) Usos energéticos de la energía nuclear	5
c) Usos no energéticos	6
d) Problemas del sector nuclear	7
2. Cooperación internacional	7
a) Instituciones visitadas	8
b) Documentos recabados en la misión	8
Venezuela	10
1. Usos pacíficos de la energía nuclear	10
a) Estructura institucional del sector nuclear	10
b) Usos energéticos de la energía nuclear	10
c) Usos no energéticos	11
d) Problemas del sector nuclear	11
2. Cooperación regional e internacional	11
a) Instituciones visitadas	12
b) Documentos recabados en la misión	12

	<u>Página</u>
Bolivia	13
1. Usos pacíficos de la energía nuclear	13
a) Estructura institucional del sector nuclear	13
b) Usos energéticos de la energía nuclear	13
c) Usos no energéticos	14
d) Problemas del sector nuclear	15
2. Cooperación regional e internacional	15
a) Instituciones visitadas	15
b) Documentos recabados en la misión	15
Ecuador	17
1. Usos pacíficos de la energía nuclear	17
a) Estructura institucional del sector nuclear	17
b) Usos energéticos de la energía nuclear	17
c) Usos no energéticos	18
d) Problemas del sector nuclear	18
2. Cooperación regional e internacional	18
a) Instituciones visitadas	19
b) Documentos recabados en la misión	19
II. Observaciones	20
1. Actividades	20
2. Problemas	20
3. Cooperación	20
III. Recomendaciones	22
1. Consideraciones generales	22
2. Posibles acciones de cooperación	23
3. Conclusiones	28
Anexo 1	Estudio de las opciones de cooperación regional e internacional en el uso pacífico de la energía nuclear

## INTRODUCCION

Como trabajo preparatorio de la CEPAL para la Conferencia sobre la Promoción de la Cooperación Internacional de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear que las Naciones Unidas llevará a cabo en 1986, y como documento básico para una posible reunión de expertos que discutirán en su oportunidad el tema de la energía nuclear en América Latina, se elaboró el presente informe como resultado de la Misión llevada a cabo en Colombia, México y Venezuela.

La sección A del Capítulo I está dedicada a proporcionar una imagen de la estructura institucional del sector nuclear en el país, así como de los usos energéticos y no energéticos de la energía nuclear.

Se analiza la política energética, la generación de electricidad incluyendo planes de producción nucleoelectrica, y desde luego se comentan los recursos de uranio.

Se hace una descripción del estado actual en los usos no energéticos de la energía nuclear, así como de los planes y programas a desarrollar.

También se incluyen los problemas de cada país en lo concerniente a inversiones y financiamiento, infraestructura humana y material, formación de personal, etc.

La sección B del Capítulo I se refiere a la cooperación técnica internacional y en ella se incluyen los tipos de asistencia técnica obtenida de organismos internacionales como el OIEA y la CIEN, así como los tipos de cooperación a nivel regional e internacional celebrados por acuerdos bilaterales.

Desde luego el informe también apunta, en el Capítulo II, las observaciones pertinentes a los problemas que son comunes a los tres países y sugiere, además, en el Capítulo III, recomendaciones que en todo caso podrían tomarse en consideración para lograr quizá una posible cooperación subregional y regional efectiva, así como una cooperación internacional equilibrada.

Los Anexos I, II y III incluyen la información extensa de cada uno de los países en que se realizó la misión con sus secciones e incisos.

## I. RESUMEN DE LA MISION

### Colombia

#### 1. Usos pacíficos de la energía nuclear

##### a) Estructura institucional del sector nuclear

Este sector está integrado fundamentalmente por las siguientes instituciones:

i) Instituto de Asunto Nucleares (IAN), Dependencia del Ministerio de Minas y Energía, que tiene por objeto elaborar y desarrollar los programas encaminados al estudio de la energía nuclear; fomentar su aprovechamiento; asesorar al gobierno Colombiano sobre el uso y aprovechamiento de la energía nuclear, y fomentar la investigación científica y tecnológica en dicho campo.

ii) La Compañía Colombiana de Uranio, S.A. (COLURANIO, S.A.), Dependencia del Ministerio de Minas y Energía, que tiene como funciones principales la exploración, explotación, beneficio, transformación y comercialización de los minerales radiactivos.

iii) Otras instituciones de carácter público y privado como hospitales, universidades e industrias, que hacen uso de la energía nuclear en sus áreas respectivas.

##### b) Usos energéticos de la energía nuclear

De acuerdo a la política energética establecida en Colombia, después de diversos estudios realizados por dependencias del Gobierno Federal (Estudio Nacional de Energía, Plan Nacional de Desarrollo y Programa Nacional de Investigación y Desarrollo en Recursos Energéticos, para los años 1983-1986), todos coinciden en reconocer que la nucleoelectricidad no se justificaría en el futuro próximo y que será una opción atractiva hasta los inicios del próximo siglo.

En cuanto a los recursos especulativos de uranio, éstos han sido explorados inicialmente por el IAN y en la actualidad por COLURANIO, S.A., pero la mayor actividad se llevó a cabo por contratos de asociación con compañías extranjeras (Francia y España) entre los años 1975 y 1982, mismos que fueron suspendidos por la caída de precios en el mercado del uranio; los estudios estimativos sobre los recursos especulativos de uranio en Colombia fijan un tope máximo de 200 000 TMU (toneladas métricas de uranio), que tendrían que ser desarrolladas por las instituciones nacionales y/o extranjeras.

c) Usos no energéticos

Dado que para el futuro inmediato no existen en Colombia proyectos nucleoelectrónicos, debe considerarse que los objetivos específicos de los programas nucleares colombianos se han dirigido principalmente al uso de los radioisótopos y radiaciones en diversos campos, tales como agricultura, medicina, industria, que en forma breve y somera se mencionan a continuación:

i) En Colombia, la mayor cantidad y diversidad de actividades en materia nuclear las conduce el Instituto de Asuntos Nucleares (IAN); para ello cuenta con 53 profesionales, 102 técnicos auxiliares y personal administrativo, y con un presupuesto de aproximadamente 250 millones de pesos en 1983.

Desde 1965, el IAN opera un reactor experimental de 20kW y, además de prestar servicios de seguridad radiológica, y capacitación de personal, esta institución tiene entre otros proyectos: la producción de radioisótopos a pequeña escala, fertilidad y vacunación ganadera, gamagrafía industrial, hidrología, uso de fertilizantes fosforados, tratamiento de minerales, irradiación de alimentos, etc.

ii) En cuanto a otras instituciones colombianas que hacen uso de la energía nuclear, se puede decir que existen actualmente 19 centros en medicina nuclear, la mayoría de ellos ubicados en hospitales universitarios llevándose a cabo en cada uno de ellos los procedimientos usuales de medicina nuclear.

d) Problemas del sector nuclear

Las actividades del sector nuclear colombiano aparentemente no han obedecido a una política clara, definida y sostenida, lo que se traduce en esfuerzos individuales y dispersos que no siempre obedecen a un programa de actividades previsto.

Los principales problemas detectados, de acuerdo a lo anterior, son relativos a:

i) La carencia de una infraestructura con personal de alta calificación;

ii) La falta de formación universitaria en materia de energía nuclear, y

iii) La carencia de financiamiento, etc.

## 2. Cooperación regional e internacional

En Colombia la implementación y desarrollo de sus actividades nucleares, debido en parte a la falta de una infraestructura de todo tipo, depende en gran parte, de la asistencia técnica internacional. Así por ejemplo, se pueden mencionar los organismos multinacionales de los que Colombia es miembro (OIEA, CIEN) y la cooperación con países con los cuales ha firmado convenios bilaterales como Estados Unidos, Argentina, Brasil y España. Hay perspectivas de cooperación también con Canadá, Francia, Italia y Chile.

Cabe señalar que existe un proyecto de cooperación con los países de la subregión andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y el OIEA para poner en marcha 5 programas sobre energía nuclear de interés común.

### a) Instituciones visitadas

- i) Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Minas y Energía;
- ii) Instituto de Asuntos Nucleares (IAN), Ministerio de Minas y Energía;
- iii) COLURANIO, S.A., Ministerio de Minas y Energía;
- iv) Fondo Colombiano de Investigación Científica (COLCIENCIAS);
- v) Instituto de Investigaciones Tecnológicas, y
- vi) Instituto Nacional de Cancerología.

### b) Documentos recabados en la misión

- i) Boletines 1981 y 1982 del IAN;
- ii) Boletín 1982 COLURANIO, S.A.;
- iii) Estudio Nacional de Energía, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Minas y Energía, 1982;
- iv) Plan Nacional de Desarrollo, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Minas y Energía (1983-1986);
- v) Proyecto Reactor IAN; IAN-R-2, 1983;
- vi) Lineamientos Generales para el Programa Nacional de Investigación en Recursos Energéticos, 1983-1986, COLCIENCIAS;
- vii) Plan de Desarrollo Nuclear IAN, 1983, y
- viii) Informes de Actividades IAN. 1983.



México

1. Usos pacíficos de la energía nuclear

a) Estructura institucional del sector nuclear

Este sector se integra por las siguientes instituciones:

i) Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), organismo cúpula responsable de definir las políticas de Uranio Mexicano (URAMEX), e Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ);

ii) Uranio Mexicano (URAMEX), organismo descentralizado encargado de explorar, explotar, beneficiar, comercializar los minerales radiactivos y realizar las diversas etapas del ciclo de combustible nuclear;

iii) Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), organismo descentralizado encargado de realizar la investigación y el desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares y promover los usos pacíficos de la energía nuclear en el país;

iv) Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), órgano descentralizado dependiente de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, encargada de vigilar y garantizar la seguridad nuclear y radiológica en el país, y

v) Otras instituciones de carácter público y privado como son: La Comisión Federal de Electricidad (CFE) encargada de generar, distribuir y abastecer la electricidad aun de origen nuclear, universidades, instituciones de investigación, centros hospitalarios, compañías privadas dedicadas a técnicas radioisotópicas, etc.

b) Usos energéticos de la energía nuclear

i) El sector energético mexicano pertenece por ley al Estado y está dominado en un 90% por los hidrocarburos (72 000 millones de barriles de reserva). Las reservas de carbón (3 000 millones de toneladas), hidroelectricidad (140 TWH/año), geotermia (14 TWH al año 2000), no podrían satisfacer los requerimientos al año 2000 (400-600 TWH) y tendrá que solucionarse con hidrocarburos y/o uranio.

ii) Actualmente está en construcción la primera central nucleoelectrónica (2 reactores BWR de 650 MW), que acusa un retraso de cuatro años originados por problemas administrativos, técnicos y financieros.

La primera unidad tiene un avance de 75% y su operación se estima al inicio de 1986, la segunda unidad lleva un 40% de avance solamente;

iii) El Programa de Energía puso en marcha en 1980 un posible programa nucleoelectrico (20 000 MWe al año 2000). Las compañías SOFRATOME de Francia; ASEA-ATOM de Suecia y AECL de Francia realizaron el estudio concluyendo que a pesar de su cuantía la inversión en reactores de agua ligera (BWR o PWR) o de agua pesada (CANDU), era competitiva y aun menor comparada con otras instalaciones convencionales (hidráulica y térmica); sin embargo, el proyecto se suspendió en 1982 debido a los problemas económicos por los que atraviesa el país.

iv) Los recursos de uranio han sido estudiados y buscados desde 1957, primero por la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), que en 1970 había reportado 3 157 toneladas de  $U_3O_8$  en 34 localidades de los Estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Nuevo León y San Luis Potosí. Para 1976 el Instituto Nacional de Energía Nuclear (ININ), quien tomó las actividades de la CIEN, tenía reportadas 8 332.8 toneladas de  $U_3O_8$ . Con la creación de Uranio Mexicano (URAMEX) en 1979, las actividades se desarrollaron hasta mayo de 1983 con reservas de 14 552 toneladas de  $U_3O_8$ . A partir de esta fecha URAMEX permanece cerrado por problemas laborales.

#### c) Usos no energéticos

Estas actividades están coordinadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), pero se realizan también en otras instituciones docentes y de investigación.

El ININ cuenta con un Centro Nuclear bien habilitado (reactor nuclear TRIGA MARK III, laboratorios, talleres, celdas de alta irradiación y 1 516 trabajadores). En 1983 su presupuesto fue de 18 341 253 dólares.

Otros centros de investigación están dotados de equipo de detección, laboratorios de conteo e irradiación y reactores nucleares; crítico (UNAM) y subcrítico (IPN y Universidad de Zacatecas).

Se cuenta con un centro de información y documentación del ININ bien habilitado y con acceso por computadora al OIEA y a 90 bancos de datos en el extranjero.

La formación de especialistas en el país se realiza a nivel profesional y de posgrado en ciencias nucleares en la UNAM e IPN principalmente.

Las actividades realizadas comprenden estudios en física nuclear; estructura de la materia; seguridad nuclear y física; aspectos ambientales en relación a plantas nucleares; elementos combustibles; técnicas nucleares aplicadas a la agricultura, hidrología, industria, medicina; producción de radioisótopos, etc.

El ININ, como órgano responsable del gobierno en los usos pacíficos de la energía nuclear, ha trazado un plan de desarrollo nuclear para ser cubierto en 10 años. Para ello ha trazado 5 áreas de actividad (Reactores y Combustibles, Técnicas Nucleares, Recursos Humanos, Servicios Técnicos e Investigación) y 15 líneas de desarrollo en las que busca el máximo aprovechamiento de los recursos actuales de la institución y considera las posibilidades de promoción con otras instituciones. El plan se revisará anualmente para incorporar tanto los resultados de los proyectos realizados, como los cambios observados en las condiciones del Instituto y del país.

#### d) Problemas del sector nuclear

Los problemas principales que a través de los años se han dejado sentir en mayor o menor grado en el sector nuclear y que han sido la causa fundamental de retrasos, dispersión y resultados no del todo satisfactorios, se mencionan a continuación:

i) La energía nuclear no ha sido considerada prioritaria para el avance económico, científico y social del país, lo que provoca una carencia de inversión racional y de financiamiento;

ii) Desarticulación en lo referente a coordinación institucional en materia nuclear, dando lugar a duplicidad de esfuerzos e inversión, y

iii) Recursos humanos y materiales subutilizados, debido principalmente a que la formación de personal no se realiza de acuerdo a programas preconcebidos, sino más bien a deseos de superación personal, y los programas que siguen las instituciones docentes no obedecen a las necesidades reales del país.

## 2. Cooperación internacional

México implementa en buena parte el desarrollo de sus actividades nucleares con la asistencia técnica internacional. Por ejemplo, el OIEA ha promovido proyectos múltiples mediante el suministro de becas, expertos, equipo y contratos de investigación en áreas de actividades muy diversas (seguridad nuclear, combustibles, instrumentación, alimentos, hidrología, etc.).

Además, México ha celebrado convenios bilaterales con la República Federal de Alemania, España, Estados Unidos de Norteamérica, Francia, Rumania y desde luego se ha manifestado el interés por establecer una cooperación eficiente a nivel regional e interregional a fin de conjugar esfuerzos y evitar duplicidad.

a) Instituciones visitadas

- i) Comisión Nacional de Energía Atómica;
- ii) Uranio Mexicano (URAMEX);
- iii) Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ);
- iv) Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS);
- v) Comisión Federal de Electricidad (CFE);
- vi) Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal;
- vii) Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM);
- viii) Instituto Politécnico Nacional (IPN);
- ix) Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT);
- x) Ingenieros Constructores Asociados (ICA);
- xi) Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS);
- xii) Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), y
- xiii) Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).

b) Documentos recabados en la misión

- i) Ley que crea la Comisión Nacional de Energía Nuclear (1955);
- ii) Ley que da creación al Instituto Nacional de Energía Nuclear (1971);
- iii) Reforma al Artículo 127 Constitucional (creación de ININ, URAMEX, CNSNS y CEA);
- iv) Propuesta de Lineamientos de Política Energética (Secretaría del Patrimonio Nacional, 1976, hoy Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal);

- v) Nucleoelectricidad para México, Juan Eibenschutz, CFE, 1982;
- vi) Programa Nucleoeléctrico Nacional, CFE, 1982;
- vii) Factibilidad del Programa Nucleoeléctrico Nacional, CFE, 1982;
- viii) Implantación del Programa Nucleoeléctrico, CFE, 1981;
- ix) Desarrollo del Mercado Eléctrico, CFE, 1978-1992;
- x) Informe Anual de Actividades ININ, 1979-1983;
- xi) Plan de Desarrollo Nuclear, ININ, 1984-1994;
- xii) Actividades Nucleares en la UNAM, 1983;
- xiii) Estudios de Especialización y grado en Ciencias Nucleares CONACYT, 1978;
- xiv) Informe de Actividades de la CNSNS, 1982;
- xv) La Seguridad Nuclear en México, R. Bello, 1982;
- xvi) Presencia de URAMEX en el Desarrollo de México, URAMEX, 1980;
- xvii) Junta de Gobernadores, Cooperación Técnica, OIEA, 1983, y
- xviii) Reportes Técnicos del OIEA, 1983.

Venezuela

1. Usos pacíficos de la energía nuclear

a) Estructura institucional del sector nuclear

Este sector se integra como sigue:

i) Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria Nuclear (CONADIN), Dependencia del Ministerio de Energía y Minas, cuyo objetivo principal es el de realizar estudios y fomentar los usos pacíficos de la energía nuclear en el progreso económico y social del país; asesorar al ejecutivo nacional en la participación de convenios y acuerdos internacionales sobre la materia; recomendar las normas de seguridad nuclear; fomentar la enseñanza e investigación; orientar a la industria y otras entidades en los programas que se establezcan y cualesquiera otra actividad que le sea fijada por el ejecutivo nacional;

ii) Instituto Venezolano de Investigación Científica (IVIC). Este instituto, por medio del servicio de ingeniería nuclear, opera y da mantenimiento al reactor nuclear RV-1, así como las instalaciones asociadas, y provee asistencia a los usuarios de esta instalación. Además de esta actividad, el IVIC promueve la aplicación de técnicas nucleares en diversos campos de la ciencia y tecnología. El IVIC es una dependencia del Estado Venezolano, y

iii) Otras instituciones de carácter público y privado como hospitales, universidades e industrias, que emplean técnicas nucleares.

b) Usos energéticos de la energía nuclear

De acuerdo a la información reunida, Venezuela no ha emprendido, hasta la fecha, acciones tendientes a la definición de un programa nucleoelectrico ya que la expansión en su capacidad de producción eléctrica la ha estructurado, principalmente, con base en generación térmica usando petróleo (6 381.055 MWe), e hidráulica (2 683.120 MWe). Sin embargo, CONADIN adquirió, en 1978, el Modelo WASP (Wien Automatic System Planning) con objeto de definir la política óptima de expansión de generación del sistema eléctrico. En 1981, CONADIN cedió a las compañías eléctricas de Venezuela el modelo, del cual es posible surja la componente nucleoelectrica dentro de la futura expansión del sistema.

Además CONADIN, en la elaboración del plan nacional nuclear a 5 años, incluye programas relativos a estudios que deben llevarse a cabo en lo concerniente a localización de sitios para emplazamiento de centrales nucleares, normas de licenciamiento, y tipos de reactores nucleares comerciales, etc.

En cuanto a recursos de uranio en Venezuela, se han identificado áreas uraníferas importantes que deben ser exploradas y evaluadas, para conocer el verdadero potencial del país, ya que se estiman como recursos uraníferos asegurados, entre 2 000 y 42 000 toneladas de  $U_3O_8$  y por tanto, la puesta en marcha de un plan que a corto (2 años), mediano (5 años) y largo plazo (10 años) permita definir la independencia energética del país en cuanto a este recurso, es de primer orden.

c) Usos no energéticos

Las actividades relativas a los usos agrícola, industrial, médico, etc., en Venezuela, se realizan como se menciona a continuación:

i) El CONADIN por medio de su coordinación de tecnología nuclear aplicada conduce en colaboración con otras instituciones las principales actividades en los usos no energéticos de la energía nuclear. Destacan en particular, el Instituto Venezolano de Investigación Científica (IVIC) y las Universidades de Zulia y la Simón Bolívar. Cabe mencionar, entre otros, los proyectos destinados a mutaciones inducidas en agricultura y aprovechamiento de fertilizantes, empleo de radioisótopos en procesos industriales, servicios de dosimetría de radiaciones, etc.

El CONADIN cuenta en sus coordinaciones técnicas con un número reducido de personal profesional y, en general, fomenta y patrocina las actividades por conducto de las instituciones arriba señaladas.

ii) Otras actividades no energéticas como son las de carácter médico, las realizan un buen número de hospitales y centros médicos localizados en las distintas ciudades del país.

d) Problemas del sector nuclear

En Venezuela, dada la poca disposición de los organismos del Estado en lo referente a recursos económicos y, por otro lado, la falta de recursos humanos de buen nivel, originan los principales problemas del campo nuclear, pues a pesar de los intentos de poner en marcha un plan nacional nuclear, es difícil cumplir con su cometido. También la preparación de personal se hace fuera del país y, en la mayoría de los casos, no se les utiliza en las tareas del sector.

## 2. Cooperación regional e internacional

Dados los problemas del sector nuclear en Venezuela, una buena parte de las actividades que se realizan son auspiciadas por el OIEA y es CONADIN, el encargado de ejecutar la cooperación técnica con los organismos internacionales, así como también los acuerdos bilaterales con diferentes países.

Las áreas de cooperación son variadas e incluye asistencia técnica como expertos, becas, equipo, contratos de investigación, etc.

Venezuela forma parte del Programa Subregional Andino que se promueve con el OIEA. En la actualidad existen acuerdos de cooperación con Argentina, España y están por concluir con Italia y Brasil.

a) Instituciones visitadas

- i) Consejo Nacional para el Desarrollo de la Industria Nuclear (CONADIN), y
- ii) Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

b) Documentos recabados en la misión

- i) Boletín Informativo de CONADIN;
- ii) Boletín Informativo de IVIC;
- iii) Información General del CONADIN, 1982;
- iv) Informe sobre Proyectos, Estudios y Programas que realiza CONADIN, 1983;
- v) Programa de Actividades para 1983, CONADIN;
- vi) Plan Nacional de Exploración de Minerales Radioactivos;
- vii) Programa de Expansión Eléctrica del País;
- viii) Informe sobre la Coordinación del Programa Subregional Andino, 1983;
- ix) Proyectos Coordinados en el Area Agrícola y Pecuaria CONADIN-Universidad de Zulia;
- x) Proyecto Regional de Ensayos no Destructivos;
- xi) Informe de la Coordinación de Protección Radiológica, CONADIN;
- xii) Informe sobre Cooperación Técnica, CONADIN;
- xiii) Acuerdos Bilaterales CONADIN;
- xiv) Asistencia Técnica del OIEA, y
- xv) Equipos y Actividades Nucleares en las Universidades.



Bolivia

1. Usos pacíficos de la energía nuclear

a) Estructura institucional del sector nuclear

Este sector está integrado como sigue:

i) Bolivia inició sus actividades nucleares en 1960 por conducto de la Comisión Boliviana de Energía Nuclear (COBOEN), la que después de depender de diversos organismos institucionales quedó bajo la jurisdicción del Ministerio de Minas y Metalurgia.

A la COBOEN se le asignaron todas las actividades de la investigación y aplicaciones de la energía nuclear, mediante la organización de una estructura que comprendía tres departamentos: Materias Primas Radiactivas; Centro de Investigaciones Nucleares (CIN) de Viacha, y Protección Radiológica.

ii) En 1982 el Ministerio de Minas y Metalurgia planeó la reestructuración de las actividades nucleares de la COBOEN, cambiando del Departamento de Materias Primas Radiactivas al Servicio Geológico de Bolivia, lo referente a prospección, exploración y evaluación de materiales radiactivos, en tanto que al Instituto de Investigaciones Minero Metalúrgicas encargó la producción de concentrados de uranio.

El Departamento de Protección Radiológica y el CIN los incorporó al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, incluyendo también las funciones relativas a planeamiento nucleoelectrico y tecnología nuclear, control y supervisión de las actividades nucleares del país y suscripción de convenios nacionales e internacionales.

iii) El Centro de Medicina Nuclear que en 1982 salió de la jurisdicción de la COBOEN pasó a depender del Ministerio de Previsión Social y Salud Pública. Esta institución está encargada de realizar todos los estudios y aplicaciones de la energía nuclear en el campo de la medicina.

iv) Entre otras instituciones del país que hacen uso de la energía nuclear, se mencionan universidades y algunas industrias.

b) Usos energéticos de la energía nuclear

i) El sector energético boliviano resuelve sus requerimientos energéticos, en su mayor parte, por medio de sus recursos petroleros y de gas. Cuenta además con 20 000 MW utilizables como potencial hidroeléctrico, teniendo una capacidad eléctrica instalada de 540 MWe, siendo 60% de origen hidráulico y 40% de térmico.

En lo referente a plantas nucleoelectricas, una apreciación preliminar es que, dada la capacidad instalada actual y la proyección futura, sólo para redes mayores a los 2 000 MWe, resultaría interesante una planta nuclear de por lo menos 300 MWe, lo cual hace lejana la generación nucleoelectrica, sobre todo si se toma en consideración la reserva hidroelectrica del país. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de realizar estudios futuros de planificación nucleoelectrica, sobre todo para centrales de pequeña y mediana potencia en sistemas de interconexión regional.

ii) Bolivia ha realizado la prospección de 20 000 km<sup>2</sup> con recursos propios (1 300 000 dólares) y 50 000 km<sup>2</sup> por conducto de la empresa italiana AGIP Uranium, Ltda. (8 500 000 dólares). Sólo la anomalía de cotaje ha merecido interés, habiéndose evaluado 10.6 toneladas de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> y se estiman 75 toneladas de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> en Sevaruyo. AGIP no reportó ningún depósito de interés comercial.

El OIEA, por conducto de dos de sus expertos, infiere como reservas especulativas de uranio en el Escudo Brasileiro de Bolivia (160 000 km<sup>2</sup>), hasta unas 100 000 toneladas. También se han estudiado procesos de concentración de minerales (cotaje), habiéndose extraído unas 14 000 toneladas de mineral (ley de 0.07%) y procesado algunos cientos de toneladas. A la fecha se cuenta con unos 200 kg de concentrado.

### c) Usos no energéticos

i) En este renglón se contemplan las aplicaciones a la agricultura, pecuaria, industria, medicina y la investigación en física y química nuclear. Los requisitos más importantes han sido: la implementación de una infraestructura humana y material desarrollada en el período 1960-1973 cuando se envió al extranjero un buen número de personas a capacitarse en diversas áreas del campo nuclear, y se adquirieron equipos y laboratorios. Durante el período 1974-1983 se crea el Centro de Investigaciones Nucleares de Viacha con tres divisiones de trabajo (física nuclear, métodos analíticos y aplicaciones isotópicas), que inicia actividades en los diversos campos de interés de la COBOEN, como por ejemplo: agricultura (fertilidad de suelos en cultivo de arroz y patata); protección radiológica (dosimetría, registro e inspección de fuentes); medicina nuclear (estudios fisiológicos y fisiopatológicos, radioinmunoanálisis, etc.); análisis (fluorescencia y por activación neutrónica), etc.

ii) La casi ausencia de una política nacional en materia de energía nuclear en Bolivia dio lugar a que el Ministerio de Minas y Metalurgia solicitara a la Dirección Ejecutiva de la COBOEN la formulación de una política nuclear que desde luego incluyó a las aplicaciones no energéticas, reubicando el CIN de Viacha y el Departamento de Protección Radiológica en el Instituto de Investigaciones Nucleares, dependiente de la Presidencia de la República y que incluía, además, como funciones, la planificación de la tecnología nuclear y nucleoelectrica, el control y supervisión de las actividades nucleares del país y la suscripción de convenios nacionales e internacionales en materia de energía nuclear.

d) Problemas del sector nuclear

En Bolivia las actividades nucleares no han alcanzado el grado de desarrollo deseado debido a:

i) Poco apoyo económico y financiero, ya que las actividades nucleares no son prioritarias al Estado;

ii) Una ausencia de política energética y una infraestructura humana y material deficiente, y

iii) La falta de formación universitaria en materia de energía nuclear.

2. Cooperación regional e internacional

Las actividades nucleares en Bolivia, en buena parte, se han implementado con la asistencia técnica del OIEA y por otros organismos internacionales (CIEN) y convenios bilaterales de cooperación.

Bolivia tiene suscritos 11 convenios de cooperación con entidades nacionales e internacionales, destacándose el empleo de radioisótopos en agricultura, prospección y evaluación de recursos de uranio, asesoramiento respecto a las investigaciones del CIN, estudios de radioinmunoensayo, seguridad radiológica, etc.

Con otros países se han tenido, y continúan en algunos casos, convenios de colaboración a nivel regional (Argentina, Brasil); con el Grupo Subandino (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y el OIEA), y con Italia y Francia a nivel internacional.

a) Instituciones visitadas

i) Comisión Boliviana de Energía Nuclear (COBOEN);

ii) Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, y

iii) Centro de Medicina Nuclear.

b) Documentos recabados en la misión

i) Folleto ilustrativo de las funciones y actividades de la COBOEN;

ii) Plan a cuatro años a desarrollar en materia de energía nuclear en Bolivia (COBOEN);

iii) Programa de reestructuración de las actividades nucleares de la COBOEN, y

iv) Información proporcionada directamente por la Dirección del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, y del Centro de Medicina Nuclear de La Paz.

Ecuador

1. Usos pacíficos de la energía nuclear

a) Estructura institucional del sector nuclear

Este sector está integrado en la forma siguiente:

i) Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA). Organismo adscrito a la Presidencia de la República y encargado de ejecutar la política nuclear del país.

La estructura orgánica de la CEEA se estableció en función de un Directorio, la Presidencia y una Dirección Ejecutiva. El Directorio integrado por el Presidente de la CEEA y por representantes de siete ministerios se encarga de formular los lineamientos generales de la CEEA y aprobar el plan anual de trabajo.

Al Presidente le corresponde cumplir y hacer cumplir la ley de la CEEA, y a la Dirección Ejecutiva ejercer la representación legal y administrativa de la propia Comisión. Las funciones de la CEEA son: asesorar al gobierno en todo lo relacionado con la energía nuclear; ejecutar la política, planes y programas para la investigación, desarrollo y control de la energía nuclear en todos sus aspectos, así como promover la cooperación técnica nacional e internacional.

ii) Otras instituciones que hacen uso de la energía nuclear. Se incluyen instituciones docentes y de investigación, centros hospitalarios y algunas instituciones privadas.

Es pertinente hacer mención que la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) tiene su sede en la ciudad de Quito, y aunque sus actividades a la fecha no han cubierto el campo de la energía nuclear, organizó en marzo de 1984 un seminario sobre reactores nucleares de pequeña y mediana potencia en Latinoamérica, junto con el Instituto Peruano de Energía Nuclear.

b) Usos energéticos de la energía nuclear

Ecuador no ha emprendido acciones tendientes a definir programas nucleoelectríficos, ya que siendo país exportador de petróleo y contando con grandes recursos hidráulicos (90 000 MW), los posibles planes en este campo los contempla para no antes del año 2010. Sin embargo, algunos estudios de planificación los iniciará con el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), usando para ello el Programa WASP del OIEA.

En lo referente a recursos de uranio, la CEEA está llevando a cabo, con la asistencia del OIEA, un programa de prospección de uranio en todo el país.

c) Usos no energéticos

Las actividades que Ecuador ha realizado en materia de energía nuclear son principalmente en este renglón y, en particular, en aplicaciones agropecuarias, industriales, hidrológicas, ciencias biofísicas, investigación básica y medicina nuclear.

Como ejemplo, podemos citar: estudios de balances hídricos; análisis de plaguicidas; investigación de radioinmunoensayo; elaboración de radiovacunas; uso de fertilizantes marcados con N-15; ensayos no destructivos; estudio del acuífero de Quito; servicio de dosimetría; reglamento de seguridad radiológica; radioterapia, y radiodiagnóstico.

La CEEA pretende implementar un plan nacional nuclear con base en: la definición de programas, proyectos y actividades; la determinación de una cronología acorde con cada programa; el levantamiento de inventario de recursos, y la promoción de la cooperación nacional, regional e internacional.

d) Problemas del sector nuclear

Los problemas con que Ecuador se ha enfrentado en el desarrollo de la energía nuclear son:

i) Ecuador no ha considerado prioritaria a la energía nuclear y esto ha dado lugar a poco financiamiento e inversión en el campo;

ii) Carencia de una infraestructura humana y material de buena calificación;

iii) Falta de programas definidos y específicos acordes con las necesidades del país, y

iv) Falta de fomento universitario en materia de energía nuclear.

2. Cooperación regional e internacional

En el Ecuador una buena parte de las actividades nucleares se ha realizado con la asistencia técnica internacional (OIEA, PNUD, ONUDI, etc.) en campos, tales como: aplicaciones a la industria, agricultura, hidrología, materias primas, física y química nuclear, etc.

Los instrumentos de cooperación han sido: proyectos y contratos de investigación, cursos, becas, expertos, equipo, etc. A nivel de cooperación regional, Ecuador participa con el Grupo Andino (Bolivia, Colombia, Perú, Venezuela y el OIEA) y, además, tiene un plan de acción con Argentina.

Ecuador está abierto a la cooperación regional e internacional.

a) Instituciones visitadas

- i) Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEA);
- ii) Secretaría del Consejo de Seguridad Nacional, y
- iii) Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

b) Documentos recabados en la misión

- i) Ley de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica;
- ii) Reglamento Orgánico Funcional de la CEEA;
- iii) Reglamento de Seguridad Radiológica;
- iv) Plan de Acción entre la CEEA y la República Argentina, y
- v) Información proporcionada directamente al suscrito por la Dirección Ejecutiva de la CEEA.

## II. OBSERVACIONES

Tanto en el caso de Colombia, como de México y Venezuela, se puede mencionar que como resultado de la Misión se obtuvieron denominadores comunes referentes a sus actividades, problemas y aspectos de cooperación regional e internacional, por ejemplo:

### 1. Actividades

En el área energética los tres países en mayor o menor grado tienen interés ya sea a corto, mediano o largo plazo de definir e implementar un programa nucleoelectrico nacional y desarrollar la industria del uranio.

En lo referente a las aplicaciones no energéticas las líneas de acción comunes inciden principalmente en ciertos temas relativos a la agricultura, alimentos, hidrología, industria y medicina.

### 2. Problemas

Es válido suponer que para los tres países no existe un interés de primer orden en lo referente al uso pacífico de la energía nuclear por parte de sus gobiernos, lo que ha frenado no sólo la participación nuclear en los usos energéticos, sino también en los no energéticos y, por tanto, sus planes y programas resultan dispersos y no siempre obedecen a las necesidades del país y a la solución de problemas de carácter nacional.

Además los problemas relativos a la infraestructura humana y material, así como los concernientes a formación de personal, en buena medida, han sido similares.

### 3. Cooperación

Es denominador común la asistencia técnica que presta el OIEA a los tres países y, en buena proporción, el medio más importante de promover el uso pacífico de la energía nuclear en los mismos.

La cooperación subregional y regional es nula o escasa y en la mayoría de los casos no se ha promovido por razones no precisas, aun cuando los intereses de desarrollo y los problemas que experimentan les sean en alguna forma comunes.



La disposición de iniciar contacto, intercambio y posible cooperación con la mayoría de los países de la región y en general de toda Latinoamérica, es buena. Si esto se promueve y se lleva a cabo, puede dar lugar al establecimiento de una cooperación firme y coordinada que seguramente beneficiaría a todos los países, ya que se establecerían programas de actividad comunes, se resolverían problemas también del mismo tipo, se reduciría el esfuerzo y la inversión que cada uno tiene que afrontar asiladamente y, sobre todo, se modularía el tipo de cooperación y asistencia en los países con desarrollo tecnológico más avanzado, tendiendo a ser éste más equilibrado.

Es posible que la promoción de una cooperación a nivel subregional y regional despierte el interés de los gobiernos de cada país en lo referente al uso pacífico de la energía nuclear, como algo fundamental y necesario.

El llevar a cabo una reunión regional de expertos, promovida por la CEPAL, previa a la Conferencia sobre la Promoción de la Cooperación Internacional, sería positiva ya que quizás ayudaría a trazar programas y propuestas de cooperación regional e internacional, hoy casi inexistentes, que serían presentados en el momento de la conferencia como material fértil de trabajo.

### III. RECOMENDACIONES

#### 1. Consideraciones generales

América Latina es poseedora de reservas considerables de fuentes de energía que en un momento dado tendrán que contribuir en la solución de problemas de ofertas y requerimientos energéticos. La energía nuclear no quedará al margen y por lo tanto es necesario que con toda anticipación se lleve a cabo un desarrollo científico y tecnológico a fin de asegurar en el futuro una estructura dinámica y productiva liberada lo más que sea posible de una dependencia externa.

Por lo anterior, es conveniente que los países latinoamericanos inicien acciones de cooperación que les faciliten el desarrollo del uso racional y efectivo de la energía nuclear.

En ese sentido las organizaciones internacionales, y entre ellas la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), podrían participar tratando de establecer una fórmula común para que, a partir de la problemática y requerimiento de los países que integran la región, se definan áreas prioritarias de trabajo y de este modo surjan los programas básicos de cooperación.

a) En esa dirección, y frente a los problemas más importantes de América Latina, los programas de cooperación tendrían como objetivos: integrar el uso pacífico de la energía nuclear entre los países de la región, diversificando la oferta energética y la capacidad tecnológica de la materia y conjugando esfuerzos e inversión por parte de cada uno de los países que integren un sistema de cooperación latinoamericana.

Para lograr estos objetivos se pueden establecer proyectos y acciones bajo una estructura programática, como se ejemplifica a continuación:

i) Levantamiento de inventarios que permitan conocer con más detalle los recursos existentes de la región en las áreas de aplicaciones energéticas y no energéticas.

ii) Estudios y acciones concretas en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear en aspectos relacionados con temas tales como: programas nucleoelectrónicos y recursos de uranio, aplicaciones agropecuarias, a la salud pública, a la medicina, a la industria, etc.

iii) Capacitación de personal mediante: cursos, seminarios, reuniones, simposios, que se efectúen en las diferentes áreas, con el propósito de desarrollar y difundir conocimientos entre los países de la región y provocar una mayor participación de los mismos.

b) El esquema de los programas podría conducir al establecimiento de una infraestructura de conocimientos en la región y a definir proyectos que posean un común denominador (financiamiento, transferencia de tecnología, etc.).

Los mecanismos para lograr lo anterior podrían ser:

i) El intercambio de recursos humanos, tecnológicos y financieros entre los países de la región.

ii) El respaldo de organismos internacionales (OIEA, CIEN, OPANAL, OLADE, CEPAL, PNUD).

iii) La posible ayuda equilibrada de países y organismos financieros fuera del ámbito de América Latina.

Resulta fácil percatarse de que la cooperación regional de los países latinoamericanos es primordial, ya que cada uno de ellos cuenta con determinado tipo de recursos humanos, materiales y económicos, que aisladamente podrían no ser tan productivos como en el caso de que se conjugaran esfuerzos en líneas de acción comunes.

c) Las líneas de acción y proyectos que surjan en materia de cooperación deben responder a la solución de problemas que hayan sido identificados como comunes, de acuerdo con los criterios siguientes:

i) Por la situación geográfica. Los programas de planeación energética (energía nucleoelectrónica y su interconexión a nivel regional), prospección de recursos de uranio, aplicaciones agropecuarias, etc.

ii) Por los aspectos técnicos. Inventario de tecnologías (energéticas y no energéticas), estudios de mercado, evolución tecnológica por país, etc.

iii) Por factibilidad económica. Proyectos de interés común, que permitan solicitar financiamiento nacional o extranjero viables en su obtención e interés de cooperación regional.

De estos criterios pueden resultar los puntos de apoyo primordiales para la concepción y el desarrollo de programas de cooperación regional.

d) La posible participación de técnicos calificados de diversos países, involucrados en programas de cooperación regional, podrían en forma eficiente formular y evaluar proyectos y programas, así como las necesidades de asistencia técnica que requiere o puede dar cada país. La capacidad de reunir personal calificado proveniente de instituciones de los países de una región en torno a actividades inscritas en los programas concebidos son la parte medular de la cooperación.

## 2. Posibles acciones de cooperación

Algunos conceptos que aparecen en el informe de la CEPAL referentes a la reunión regional preparatoria de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Fuentes de Energía Nuevas y Renovables (México, 1981), son aplicables a las reuniones preparatorias que se realicen en lo que concierne a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Promoción de la Cooperación en el Uso Pacífico de la Energía Nuclear.

Así por ejemplo, las dos dimensiones del problema energético a que se hace referencia: un cambio en el actual balance energético de la humanidad --que es altamente dependiente del petróleo-- y un cambio a fondo de las estructuras económicas y tecnológicas son aplicables al caso de la energía nuclear como fuente alterna de energía.

El llegar a establecer un plan de acción regional en el campo del uso pacífico de la energía nuclear puede basarse en los mismos conceptos;

i) La potencialidad del aprovechamiento de la energía nuclear como factor de desarrollo, y

ii) El aprovechamiento efectivo de dicha energía requiere un eficaz apoyo a la investigación, a la demostración y al empleo de aquellas tecnologías con alto grado de madurez.

Con los conceptos anteriores se sientan las bases para fundamentar la estrategia y las acciones que podrían proponerse en las posibles reuniones de expertos de la región.

a) Estrategias. Además de los esfuerzos que cada país debe realizar, es necesario plantear y definir los tipos de cooperación a niveles regional, interregional e internacional.

Será necesario establecer objetivos y programas con planes de acción en diferentes áreas, debidamente diseñados y apoyados por los gobiernos de los países y por los organismos internacionales.

Los planes de acción deberán ser precisos, con metas y responsabilidades bien definidas y adecuados mecanismos de financiamiento.

Dichos planes de acción deberán contemplar:

i) Apoyo a la planificación. Acciones destinadas a prestar asistencia a los países en lo relativo a la evaluación de recursos y estudios de carácter técnico, económico y social en el aprovechamiento de la energía nuclear.

ii) Investigación científica y desarrollo tecnológico. Empezar acciones bilaterales y multilaterales para promover la investigación y el desarrollo tecnológico regional en el campo de la energía nuclear.

También es válido aplicar estas actividades en forma extrarregional, con miras a lograr una selección y transferencia de tecnología adecuada.

iii) Capacitación y entrenamiento. Acciones dirigidas a la preparación de recursos humanos requeridos para poner en marcha los programas sobre los usos pacíficos de la energía nuclear.

iv) Financiamiento. Acciones que tiendan a establecer los mecanismos financieros en apoyo a programas de cooperación latinoamericana,

v) Difusión de información. Acciones que van encaminadas a difundir información sobre los usos pacíficos de la energía nuclear según el interés de los países que integran una región.

b) Desde el punto de vista de cooperación internacional, ésta deberá contribuir en lo relativo a instituir un orden económico internacional justo y equilibrado en el uso pacífico de la energía nuclear.

La cooperación internacional debiera orientarse:

i) Al apoyo técnico y financiero de las tareas de evaluación y planificación que se realicen en los países que integran la región en todo lo que se refiere al uso pacífico de la energía nuclear;

ii) Al apoyo que se dé a las actividades que tienen por objetivo la educación y formación de personal de los países que integran la región en el campo de la energía nuclear, y

iii) A la promoción de flujos tecnológicos y financieros de los países más desarrollados a los países en vías de desarrollo, a fin de fortalecer las capacidades tecnológicas de los últimos y apoyar las tareas de investigación científica y tecnológica que seleccionen los países de la región.

Con el fin de llegar a optimizar la cooperación se deberán utilizar y apoyar al máximo los organismos regionales e internacionales como instrumentos de eficaz colaboración en el campo de la energía nuclear.

c) El objeto de establecer acciones, proyectos y programas de cooperación previos a la Conferencia para promover la cooperación internacional en el uso pacífico de la energía nuclear consiste en que al momento de la Conferencia sea posible:

i) Fortalecer la capacidad de acción en el uso pacífico de la energía nuclear del Sistema de las Naciones Unidas, con contribuciones financieras de parte de los países industrializados para desarrollar las aplicaciones de la energía nuclear con fines pacíficos, por conducto del OIEA, la CEPAL, el PNUD, la OLADE, la OPANAL, etc.

ii) Urgir a los organismos e instituciones financieras multilaterales a la cooperación bilateral, así como a las instituciones financieras regionales, a promover programas sobre el uso pacífico de la energía nuclear.

iii) Incorporar la discusión de la cooperación internacional sobre el uso pacífico de la energía nuclear en los órganos idóneos de las Naciones Unidas, para asegurar la permanente orientación y señalamiento de propiedades para la cooperación internacional.

d) Dadas las condiciones del desarrollo mundial de la energía nuclear en sus usos pacíficos, se perfila necesariamente el adoptar criterios flexibles en materia de selección de programas y proyectos para lograr acciones de carácter regional.

Los programas que resulten deberán tener un carácter multidisciplinario e interinstitucional y convendrá definir en ellos el área en forma precisa y su uso; por ejemplo, radioisótopos en agricultura, calor nuclear en la industria siderúrgica, etc.

Las actividades más importantes que debe realizar un programa integral sobre el uso pacífico de la energía nuclear podrían, entre otras, ser las siguientes:

- i) Estudios detallados de planes de nucleoelectricidad;
- ii) Estudios detallados de recursos minerales de uranio;
- iii) Estudios detallados del ciclo del combustible nuclear (parcial o total);
- iv) Estudios detallados de aplicaciones a la agricultura, la ganadería, la industria, medicina, etc.;
- v) Evaluación económica, social y ambiental de los estudios previstos con anterioridad;
- vi) Determinación de las necesidades de adaptación o desarrollo tecnológico que impliquen los estudios previstos;
- vii) Estudios de capacidad de la industria nacional y regional para satisfacer los requerimientos de programas (nucleoeléctricos, industriales, del ciclo de combustible, etc.) previstos;
- viii) Estudios de prefactibilidad y factibilidad para los programas de generación de energía nuclear en sus diferentes usos, y
- ix) Movilización de recursos financieros para establecer las actividades a desarrollar en los programas de energía nuclear.

e) Es lógico suponer que existe un buen número de posibilidades para establecer programas destinados a los usos pacíficos de la energía nuclear y, por tanto, se tendrá especial interés en asignarles prioridades de

acuerdo con cada uno de los países de la región y que desde luego coincidan en sus intereses. Por lo tanto, podrían observarse en el establecimiento de cada programa los siguientes criterios:

i) Prioridades señaladas por los gobiernos durante el proceso preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Promoción de la Cooperación Internacional en el Uso Pacífico de la Energía Nuclear, y

ii) Programas regionales aprobados por los países participantes y coordinados por las entidades que señalen.

Los programas regionales prioritarios podrían ser:

i) Programas de apoyo: planificación de la energía nuclear, información y difusión, capacitación;

ii) Programas integrales: programa nucleoelectrico, programas de recursos de uranio, programas de seguridad nuclear y salvaguardias, programas de producción de materiales nucleares, programas de producción de componentes para plantas nucleoelectricas, programas de fabricación de elementos combustibles, programas de almacenamiento y disposición de desechos radiactivos, programas de prueba de materiales, etc., y

iii) Entre los programas no energéticos podríamos citar como ejemplos: programas sobre aplicación de fertilizantes, programas sobre estudios genéticos y de mutaciones en plantas, programas de nutrientes en plantas, programas de erradicación de plagas, programas de radiofármacos e inmunanálisis, programas de esterilización de instrumental quirúrgico, programas de hidrología subterránea, programas en diferentes industrias, etc.

Los programas antes señalados son en buena parte programas de cooperación regional o internacional y se basarían en instituciones existentes o por crearse. La función principal de los programas que se seleccionen sería la de estructurar y facilitar la cooperación entre instituciones nacionales en las áreas correspondientes.

f) Una posibilidad es que se pudieran realizar entre los países de la región actividades como las siguientes:

- i) Asesoramiento técnico de un país a otro;
- ii) Servicios de estudios, investigaciones o ensayos de laboratorio;
- iii) Intercambio permanente de información técnica y económica;
- iv) Programas de capacitación regionales o extrarregionales;
- v) Promover la participación de expertos en eventos internacionales;
- vi) Investigación conjunta sobre tópicos de interés común;
- vii) Transferencia de tecnología dentro de la región;
- viii) Promover la creación de centros de investigación y desarrollo tecnológico dentro de la región;

- ix) Inventario de recursos de materiales radiactivos en la región;
- x) Estudios de preinversión y factibilidad;
- xi) Procurar las líneas de financiamiento para los programas conjuntos, y
- xii) Canalizar los aspectos de asistencia técnica en la región.

Desde luego sería recomendable que los países interesados en participar en programas regionales debieran coordinarse por medio de instituciones como el OIEA, la CIEN, la CEPAL, la OLADE, la OPANAL, etc. Dichos programas debieran incluir estrategias de realización y de costos.

Es de suponer que en los programas de cooperación regional habría una completa libertad de decisión de los países para participar o no en los diferentes programas que se constituyan y de definir el tipo de participación y de apoyo a dichos programas.

### 3. Conclusiones

a) En virtud de los resultados recogidos en esta misión, en los que se revela una similitud de actividades, problemas y aspectos de cooperación técnica dentro del contexto de los países visitados, y que seguramente es lógico y factible extenderlos a otros países en desarrollo y principalmente a aquellos de la comunidad latinoamericana, se pueden establecer para todos y cada uno de ellos las siguientes premisas en torno a los aspectos de cooperación técnica subregional, regional e internacional:

i) La cooperación regional, interregional e internacional es una contribución eficaz al desarrollo de los países que integran la dicha comunidad;

ii) La energía nuclear usada con fines pacíficos es un derecho de todos los países y de importancia primordial en el desarrollo económico, científico, tecnológico y social de los mismos, y

iii) La Conferencia sobre la Promoción de la Cooperación en el Uso Pacífico de la Energía Nuclear será un instrumento eficiente de contribuciones para lograr la cooperación regional, interregional e internacional.

b) Por lo anteriormente expuesto, parece ser indispensable que ya sea por los propios gobiernos o por conducto de las organizaciones internacionales existentes (OIEA, CIEN, PNUD, CEPAL, OLADE, OPANAL, etc.), se logre lo siguiente:



i) Exhortar a los diferentes países a promover el espíritu de cooperación regional, interregional e internacional;

ii) Preparar y elaborar el inventario de necesidades en lo relativo a los usos pacíficos de la energía nuclear con el fin de definir los programas de cooperación pertinente en cada caso, y

iii) Elaborar los programas latinoamericanos de cooperación sobre usos pacíficos de la energía nuclear a nivel regional, interregional e internacional.

c) La cooperación regional, interregional y/o internacional debe asegurar una participación adecuada de todos los países en lo referente a aspectos técnicos, científicos, sociales y económicos pues a la fecha no existen planes de cooperación integral en Latinoamérica para promover dichas actividades, ocasionado esto por una desvinculación en todo lo concerniente a los avances tecnológicos, recursos financieros, desarrollo industrial, etc.

d) Se recomienda se lleve a cabo en un futuro próximo una reunión regional de expertos de los países latinoamericanos que analice y valore todos los aspectos relativos al logro de una cooperación armónica de la región, ya que todo ello redundará en el establecimiento de propuestas de programas de cooperación regional, interregional e incluso internacional, en materia de energía nuclear, las cuales podrían llevarse al seno de la Conferencia sobre la Promoción de la Cooperación Internacional en el Uso Pacífico de la Energía Nuclear a celebrarse por las Naciones Unidas en 1986.

Anexo 1

ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE COOPERACION REGIONAL E  
INTERNACIONAL EN EL USO PACIFICO DE LA ENERGIA  
NUCLEAR

Del reporte producido como consecuencia de la misión que sobre energía nuclear y perspectivas de colaboración se llevó a cabo en Bolivia, Colombia, Ecuador, México y Venezuela, se pueden resumir, a través de los cuadros I, II y III, los aspectos relativos al estado actual de la energía nuclear en cada uno de dichos países, sus perspectivas de desarrollo en el campo de la energía nuclear, así como algunas de las restricciones para alcanzar un fructífero desenvolvimiento.

También se incluyen cuadros alusivos a los aspectos de Cooperación Regional e Internacional (cuadro IV), a los Programas Básicos de Cooperación (cuadro V), sin dejar de presentar aquéllos Instrumentos más importantes en los aspectos de Cooperación (cuadro VI), y aquellas Actividades Comunes de Cooperación en los países incluidos en la misión (cuadro VII).

Por último, los cuadros VIII y IX muestran los incisos requeridos para lograr el Plan de Acción de un Programa Básico, y las líneas de orientación en materia de Cooperación Internacional.

El documento producido como consecuencia de esta misión, se pretende que sea material fértil de información y guía, para las reuniones preparatorias de la UNPICPUNE y de la Reunión Regional de Expertos, a realizarse en Santiago de Chile, sede de CEPAL, previa a la conferencia, donde seguramente se analizarán y valorarán los posibles campos de Cooperación Regional e Internacional, así como los mecanismos e instrumentos que conlleven a una cooperación armónica, que puedan ser presentados al seno de la conferencia.

#### CUADRO I

Este cuadro nos muestra, en función de cada país, los principales campos y actividades realizadas así como las perspectivas futuras, en lo referente a usos energéticos de la energía nuclear.

En lo concerniente al campo de la nucleoelectricidad, se incluyen actividades tales como: estudios de factibilidad, selección de sitios para plantas nucleoelectricas, capacitación de personal, seguridad nuclear, estudios ambientales, aspectos de ingeniería de centrales nucleares, así como de construcción, operación y salvaguardias.

Fuera de México, que como se aprecia, ha logrado llevar a cabo actividades en un buen número de los incisos anteriores, solamente Colombia, por conducto del Instituto de Asuntos Nucleares (IAN), utilizó el modelo WASP, previendo a fines de siglo, la introducción al sistema eléctrico de Colombia, una planta nucleoelectrica.

Dentro de las aplicaciones energéticas, se incluyen los recursos de uranio y el ciclo de combustible, con actividades tales como capacitación de personal, prospección y exploración, evaluación de recursos, explotación minera, producción de concentrados, fabricación de combustibles, reprocesamiento y disposición de desechos.

#### CUADRO II

Este cuadro muestra los usos no energéticos de la energía nuclear actuales y futuros, para los 5 países incluidos en el reporte, en los campos y actividades siguientes:

- Investigación básica y desarrollo tecnológico: actividades en física, química, biología, medicina y electrónica nuclear.
- Seguridad radiológica: con actividades de dosimetría, normas, reglamentación, estudios ambientales.
- Ciencias, agropecuarias: con actividades en estudios genéticos, en radioinmunoensayo, asimilación de fertilizantes, plaguicidas, etc.
- Industria e hidrología: con actividades en pruebas no destructivas, estudios de alta irradiación, procesos industriales, estudios hidrológicos de superficie y subterráneos, así como transporte de sedimentos.

### CUADRO III

Este cuadro resume y muestra las principales restricciones y los problemas más relevantes que en alguna forma limitan el desarrollo del uso pacífico de la energía nuclear en los 5 países. En primer lugar, hay que hacer mención al hecho de que la energía nuclear no se encuentra dentro de los programas y planes prioritarios de estos países, lo que conduce a tener fondos insuficientes y poco financiamiento para los programas que en su mayoría no tienen objetivos definidos y actividades precisas, acordes a la solución de problemas de carácter nacional.

La infraestructura humana y material es deficiente en la mayoría de los países y en algunos de ellos, incluso hay subutilización de instalaciones.

La formación de cuadros humanos a nivel profesional y de posgrado en ciencias nucleares sólo existe en México, limitándose la capacitación a cursos cortos, seminarios, conferencias, simposia.

Fuera del OIEA, la asistencia técnica es casi nula, hay falta de asesoramiento para definir planes y metas precisas, el suministro de equipo y materiales es deficiente y las instalaciones, en muchos casos, no operan en forma óptima.

### CUADRO IV

Este cuadro en forma simple, muestra la metodología para lograr una cooperación regional e internacional eficiente de los países de una región.

A partir de los requerimientos y problemas de la región (falta de definición de objetivos, planes y programas; carencia de financiamiento y falta de infraestructura), es posible llegar a definir áreas prioritarias de trabajo (nucleoelectricidad, recursos de uranio y ciclo de combustible, aplicaciones agropecuarias, seguridad radiológica y nuclear, aplicaciones industriales e hidrología) y establecer programas básicos de cooperación, tanto de apoyo como integrales, con actividades específicas en cada uno de ellos (planificación, información, capacitación y estudios específicos en cada uno de los campos arriba identificados).

### CUADRO V

Bajo este cuadro se incluyen los mecanismos necesarios para establecer programas de cooperación regional. En primer lugar, para lograr los objetivos de un programa, se establecen acciones tales como: levantamiento de inventarios, estudios concretos y capacitación de personal.

A continuación se definen proyectos con un común denominador (financiamiento, transferencia de tecnología, etc.), mediante el intercambio de recursos humanos, financieros y técnicos, la asistencia y apoyo de organismos internacionales (OIEA, CIEN, CEPAL, PNUD, OLADE, OPANAL).

Por último, de las líneas de acción y proyectos que surjan, se resolverán problemas comunes de acuerdo a: situación geográfica, aspectos técnicos y factibilidad económica.

#### CUADRO VI

En función de los campos identificados se pueden apreciar en este cuadro, algunos de los instrumentos de cooperación regional: asistencia técnica de un país a otro, asesoramiento entre países, capacitación regional y extrarregional, transferencia de tecnologías entre países de la región, investigaciones conjuntas, servicios de estudio e investigación, intercambio de información, estudios de preinversión, inventario de recursos, participación de expertos, creación de centros de estudios e investigación, financiamiento de un país a otro.

#### CUADRO VII

De acuerdo a las consideraciones anteriores (cuadros I-VI), es posible presentar en este cuadro aquellos campos y actividades comunes a realizar por los países en cuestión mediante programas de cooperación, tanto en el campo de las aplicaciones energéticas, como de las no energéticas.

#### CUADRO VIII

Este cuadro muestra los planes de acción de un programa básico de cooperación que deben ser precisos y con metas bien definidas, tratando de contemplar los aspectos siguientes:

##### Plan de acción

- Apoyo a la planificación
- Apoyo a la investigación científica y tecnológica
- Apoyo a la capacitación y entrenamiento
- Apoyo al financiamiento
- Apoyo a la difusión e información

CUADRO IX

La cooperación internacional de los países en cuestión, deberá orientarse como lo muestra este cuadro:

- Al apoyo técnico y financiero
- Al apoyo a la educación y la formación de personal
- A la promoción de flujos técnicos y financieros de los países más desarrollados hacia los que se encuentran en vías de desarrollo

Concluyendo, establecemos que la cooperación regional, interregional e internacional es factible de lograr con el apoyo de los organismos internacionales y con la buena voluntad y comprensión de los países involucrados en programas de cooperación.

## Cuadro I

## ENERGIA NUCLEAR. APLICACIONES ENERGETICAS

Campos de actividades	Estado actual					Futuras perspectivas				
	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela
<u>Núcleo electricidad</u>										
Estudios de factibilidad		X		X		X	X	X	X	X
Selección de sitios				X					X	
Capacitación de personal				X		X	X	X	X	X
Seguridad nuclear				X			X		X	X
Estudios ambientales				X		X	X	X	X	X
Ingeniería				X					X	
Construcción				X					X	
Operación									X	
Salvaguardias				X					X	
<u>Recursos de uranio y ciclo de combustible</u>										
Capacitación de personal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Prospección y exploración	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evaluación de recursos	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>		X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X	X	X	X	X
Explotación minera	X <u>a/</u>			X <u>a/</u>		X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>
Producción de concentrados	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>		X <u>a/</u>		X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>	X <u>a/</u>
Fabricación combustibles				X <u>a/</u>					X <u>a/</u>	
Estudios enriquecimiento				X <u>a/</u>					X <u>a/</u>	
Administración combustibles				X <u>a/</u>					X	
Reprocesamiento									X <u>a/</u>	
Disposición de desechos									X <u>a/</u>	

a/ A nivel de estudios.

## Cuadro II

## ENERGIA NUCLEAR. APLICACIONES NO ENERGETICAS

Campos de actividades	Estado actual					Futuras perspectivas				
	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela
<u>Investigación y desarrollo tecnológico</u>										
Formación personal				X		X	X	X	X	X
Física nuclear	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Química nuclear	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Ciencias biológicas				X	X	X	X	X	X	X
Electrónica		X		X						
<u>Seguridad radiológica</u>										
Dosimetría	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Normas y calibración		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aspectos ambientales	X			X		X	X	X	X	X
Legislación y reglamentos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<u>Aplicaciones agropecuarias</u>										
Estudios genéticos y mutaciones		X		X	X	X	X	X	X	X
Estudios asimilación fertilizantes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estudios nutrición y reproducción		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estudios erradicación plagas		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Estudios radioinmunoensayo	X	X	X	X		X	X	X	X	X

/(Continúa)



Cuadro II (Conclusión)

Campos de actividades	Estado actual					Futuras perspectivas				
	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela
<u>Industria e hidrología</u>										
pruebas no destructivas	X	X	X	X		X	X	X	X	X
estudios en procesos industriales			X	X			X		X	X
hidrología y oceanografía	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<u>Medicina nuclear</u>										
radioterapia y radiodiagnóstico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
estudios en fisiología patológica	X	X		X		X			X	
radioinmunoanálisis	X	X		X		X			X	
estudios radiofarmacia	X	X		X		X	X	X	X	X

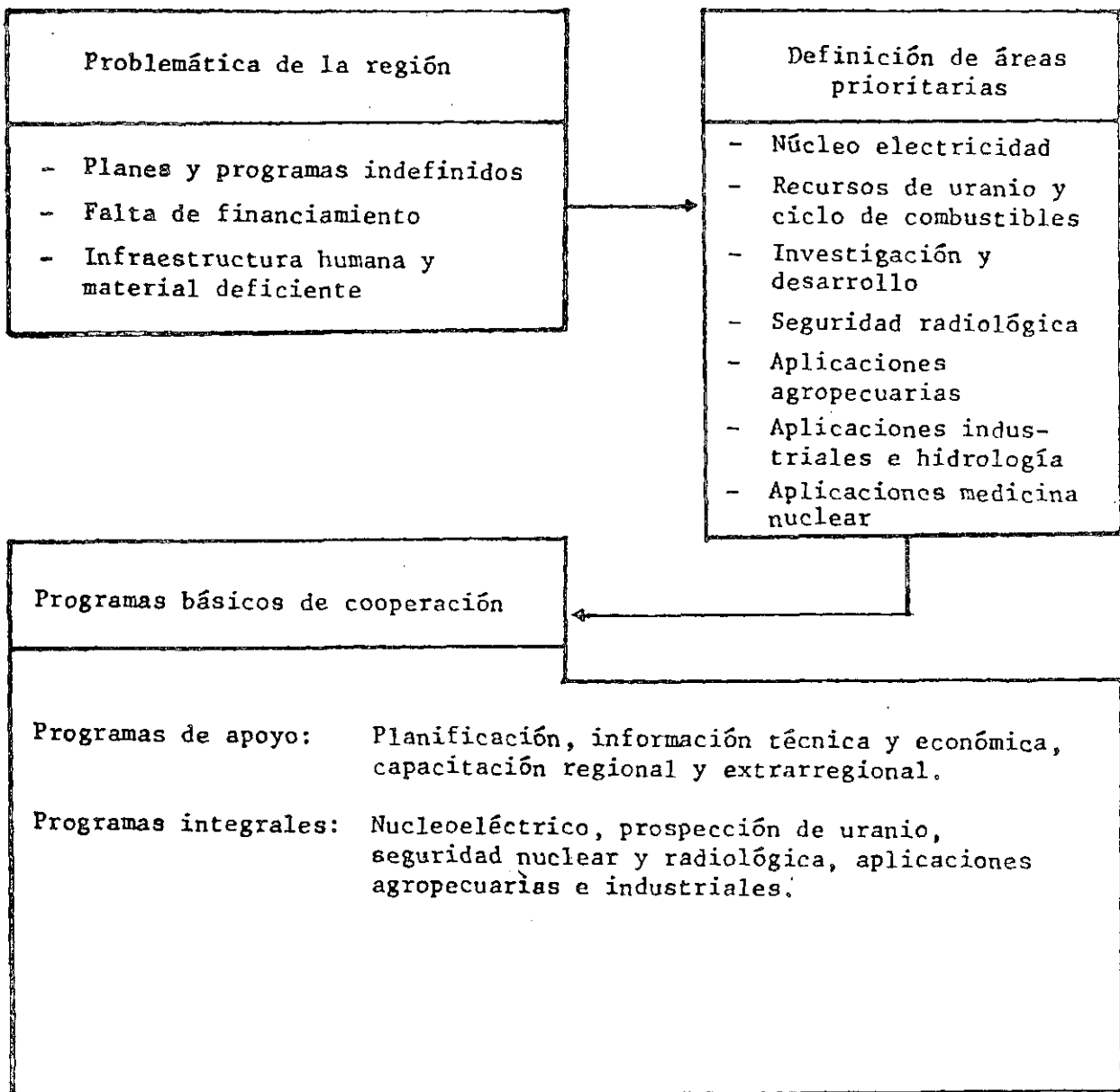
*Test irradiation*

Cuadro III

RESTRICCIONES EN EL USO DE LA ENERGIA NUCLEAR

Restricciones y problemas	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela
Programas indefinidos	X	X	X	X	X
Falta de financiamiento	X	X	X	X	X
Falta de recursos humanos	X	X	X		X
Falta de instalaciones	X		X		X
Falta de suministro de equipo	X		X		X
Falta de suministro de materiales	X		X		X
Falta de asesoramiento	X	X	X	X	X
Falta de asistencia técnica	X		X		
Ausencia de formación de recursos humanos	X	X	X	X	X
Capacitación deficiente	X		X		

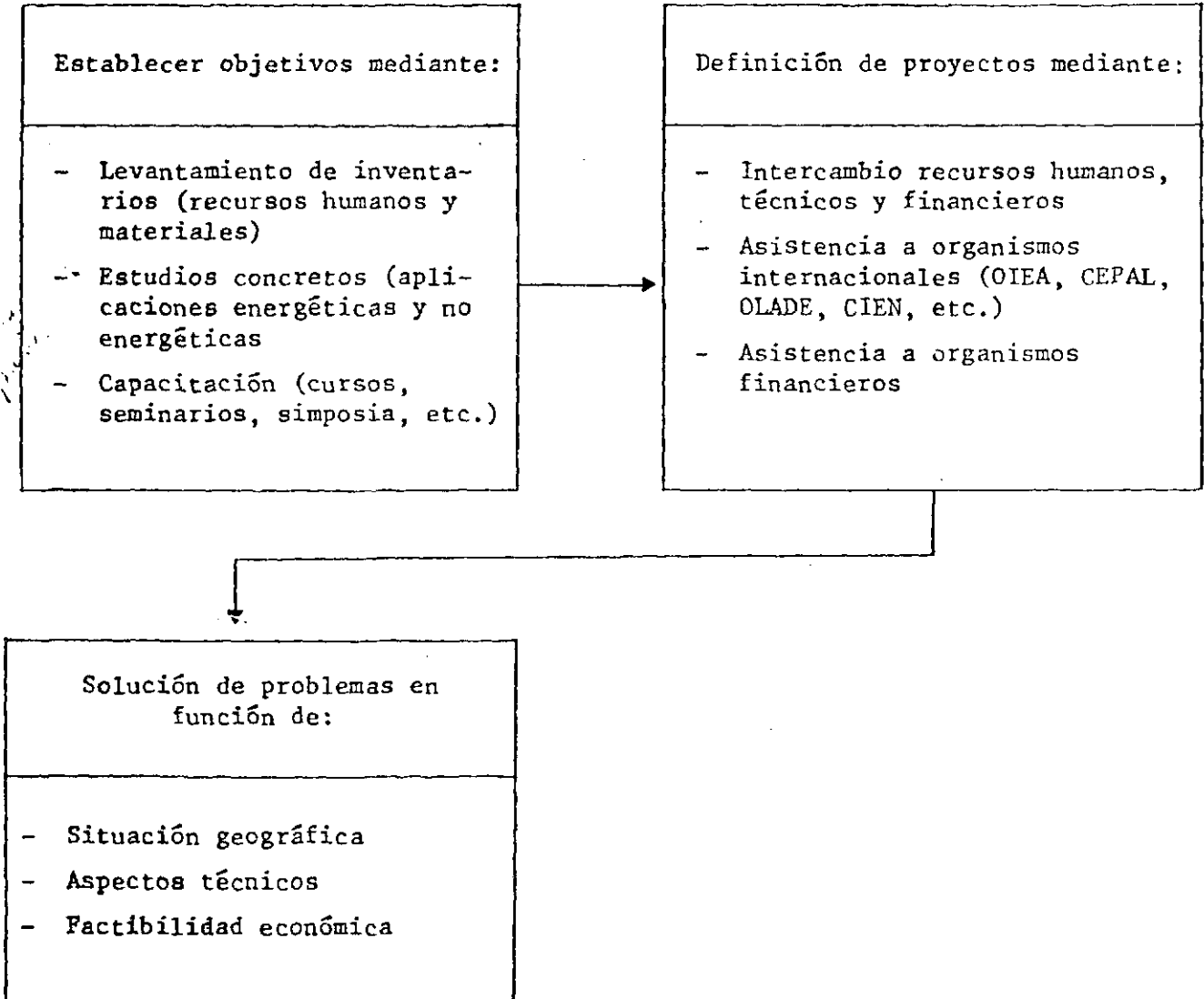
Cuadro IV  
COOPERACION REGIONAL E INTERNACIONAL  
METODOLOGIA



Cuadro V

PROGRAMAS DE COOPERACION. MECANISMOS PARA ESTABLECERLOS

Handwritten notes in the left margin, including the number '6' and some illegible scribbles.



## Cuadro VI

## INSTRUMENTOS DE COOPERACION

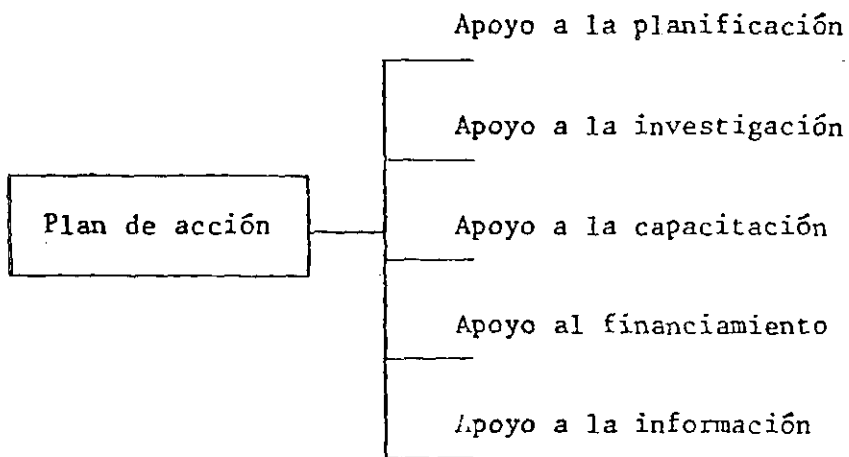
	Nucleo- eléctrico	Recursos de uranio y ciclo de combustibles	Agrope- cuario	Seguridad radiológica	Industria e hidrología	Medicina
Asistencia técnica		X	X	X	X	
Asesoramiento	X		X	X	X	
Capacitación	X	X	X	X	X	X
Transferencia tecnológica	X					
Investigación conjunta		X	X	X	X	X
Servicios de investigación			X	X	X	X
Información	X	X	X	X	X	X
Estudios de preinversión	X	X				
Inventario de recursos						
Expertos	X	X	X	X	X	X
Centros de estudio	X	X	X	X	X	X
Financiamiento	X	X	X	X	X	X

Cuadro VII

PROGRAMAS DE COOPERACION  
ACTIVIDADES COMUNES

Campos y actividades	Bolivia	Colombia	Ecuador	México	Venezuela
<u>Núcleo eléctrico</u>					
Estudios de factibilidad de programas nucleoelectricos	X	X	X	X	X
<u>Materias primas</u>					
Estudios detallados de recursos de uranio	X	X	X	X	X
<u>Aplicaciones agrícolas</u>					
Estudios genéticos	X	X	X	X	X
Estudios fertilizantes	X	X	X	X	X
Eliminación de plagas	X	X	X	X	X
<u>Aplicaciones pecuarias</u>					
Estudios de fertilidad	X	X	X	X	X
Estudios de vacunas	X	X	X	X	X
Estudios de nutrición	X	X	X	X	X
Radioinmunoensayo	X	X	X	X	X
<u>Aplicaciones industria</u>					
Pruebas no destructivas	X	X	X	X	X
Estudios de alta irradiación	X	X	X	X	X
Estudios en procesos industriales	X	X	X	X	X
<u>Aplicaciones hidrología</u>					
Estudios hidrología subterránea	X	X	X	X	X
Estudios hidrología superficie	X	X	X	X	X
Transporte sedimentos	X	X	X	X	X
<u>Seguridad radiológica</u>					
Estudios dosimetría	X	X	X	X	X
Establecimiento normas, legislación y reglamentos	X	X	X	X	X
Estudios ambientales	X	X	X	X	X
<u>Investigación básica</u>					
Medicina, física, química, etc.	X	X	X	X	X

Cuadro VIII  
PLAN DE ACCION  
PROGRAMA BASICO



Cuadro IX

LÍNEAS DE COOPERACION INTERNACIONAL

