

CAPITULO IX

POLITICAS PARA EL CONOCIMIENTO DE LOS RECURSOS RENOVABLES Y FENOMENOS NATURALES.

1. Ecología y recursos renovables.

A. Situación actual.

a. Situación general.

Los limitados y fragmentarios conocimientos acerca de la magnitud de los recursos naturales potencialmente disponibles del país, tanto no renovables (riqueza minera) como renovables (suelos, aguas, flora, fauna y recursos marinos), contradicen la idea tradicional de que México es un país pobre en recursos naturales. La poca información que existe desmiente también la tesis, ampliamente difundida, de que el subdesarrollo de México se debe a la escasa dotación de recursos naturales aprovechables para fines del desarrollo socioeconómico. Al contrario, es ciertamente más probable que el desconocimiento de una gran y quizás la mayor parte de los recursos del país y el mal aprovechamiento de los que se conocen sean el resultado y no la causa del subdesarrollo.

Los recursos naturales renovables, en todo el territorio nacional, están sometidos a una agresión premeditada o inconsciente de los que se dedican a su explotación con fines de lucro y a una destrucción debida a la ignorancia y a la necesidad apremiante por parte de las grandes mayorías pobres. Esta destrucción ha afectado tanto a los recursos naturales de propiedad privada como a los que pertenecen al patrimonio de la nación. En la mayor parte del territorio, la destrucción de los suelos, la deforestación y la contaminación del agua —fenómenos que contribuyen en forma directa e inmediata al empobrecimiento de sus habitantes— han llegado a un punto crítico.

Esta destrucción de los recursos naturales no es un fenómeno privativo de México, se extiende por todo el planeta; pero es particularmente grave en las sociedades cuyo comportamiento se rige por objetivos de lucro individual y no de beneficio social. Mientras en muchos países han surgido políticas inteligentemente conservacionistas al respecto, como resultado de las fuertes protestas de la opinión pública contra esa destrucción irracional de los recursos naturales y el deterioro de la calidad del medio ambiente, en México no existe todavía conciencia de la gravedad de la situación, ni mucho menos un conjunto de políticas de defensa. Aunque se han tomado recientemente medidas aisladas que tienden a frenar el ritmo de destrucción de recursos naturales, como suelos y aguas, y de degradación del medio ambiente, sobre todo en las grandes ciudades, estas medidas de ninguna manera forman un programa coherente. Considerando la relación muy estrecha que existe entre todos los elementos que forman los ecosistemas, es difícil ser optimista respecto al posible éxito de estas medidas aisladas de política, que intentan resolver por separado los problemas de un solo recurso natural o de un solo elemento de un ecosistema.

La exploración, cuantificación, conservación, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos renovables, parcial o totalmente perdidos como resultado de la destrucción de los sistemas ecológicos, son algunas de las actividades que menos atención han recibido hasta la fecha en la política de desarrollo nacional. Este descuido se refleja simultáneamente en muchos frentes: la problemática ecológica, económica

y social de los recursos naturales está casi ausente de la enseñanza a cualquier nivel; la legislación que existe sobre la materia es inadecuada; las múltiples funciones operativas que incumben al Estado respecto a la conservación de los recursos renovables, al control de su aprovechamiento y al cuidado del ambiente carecen de coordinación; existen grupos de fuertes intereses económicos que violan con gran frecuencia las leyes vigentes mas elementales contra la destrucción de los recursos renovables y la degradación del ambiente, y que actúan en total impunidad.

El estado de los conocimientos acerca de la disponibilidad global de los principales recursos renovables, de la magnitud de su destrucción y de las características de los distintos ecosistemas es muy exiguo e insatisfactorio. No se sabe a ciencia cierta con qué extensión de tierras laborables no explotadas cuenta todavía el país, pues las cifras oficiales que se manejan son estimaciones que oscilan entre diez y dieciocho millones de hectáreas, según la fuente; no existe ningún censo nacional de suelos ni cuantificaciones fidedignas de los suelos destruidos por la erosión —recién el Plan Nacional Hidráulico, el primero en la historia del país, ha cuantificado con cierta precisión los recursos acuíferos del país y las superficies de las tierras factibles de incorporarse todavía a los sistemas de riego—; en el momento en que se declara la soberanía nacional sobre la zona económica exclusiva del mar, el conocimiento de las riquezas biológicas de los mares adyacentes es mínimo; la información sobre las distintas zonas ecológicas del país es muy desigual: se han realizado importantes investigaciones en algunas zonas, pero la mayor parte de las regiones áridas aún no se ha estudiado de manera íntegra y menos todavía las selvas tropicales, que constituyen uno de los sistemas menos conocidos y, en consecuencia, peor utilizados; no existe un inventario completo de la fauna y flora del país; finalmente, no se sabe casi nada acerca de las interrelaciones entre los principales elementos de los distintos ecosistemas (entre el agua y el suelo, entre el suelo y el clima, etc.). El estado de los conocimientos en todas estas áreas es tan incipiente que, en muchos casos, para realizar estudios específicos es necesario acudir a fuentes de información reunidas en el extranjero.

Las instituciones de investigación y los recursos humanos y financieros del sector presentan serias limitaciones. Sólo en tres instituciones de enseñanza superior —la UNAM (Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, Instituto de Geografía y Centro de Cien-

cias del Mar y Limnología), el Instituto Politécnico Nacional (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas) y la Universidad Autónoma de Chapingo (Colegio de Posgraduados)— se hacen investigaciones relacionadas con los recursos renovables y la ecología. Se trata generalmente de investigaciones unidisciplinarias y de pequeño alcance sobre algún recurso renovable o un problema específico. Faltan por completo estudios multidisciplinarios de mayor envergadura y con un enfoque ecológico. Existen dos reservas de la biosfera patrocinadas por el CONACYT, la Secretaría de Educación Pública, el Departamento del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de Durango.

Es digna de mención la labor pionera realizada por el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, que ha propiciado investigaciones en este campo y ha publicado trabajos científicos y de divulgación de excelente calidad.

En el Gobierno Federal se desarrollan actividades científicas y tecnológicas relacionadas con la problemática de recursos naturales renovables en cinco secretarías: Agricultura y Ganadería (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales), Recursos Hidráulicos (Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación), Industria y Comercio (Instituto Nacional de Pesca), Presidencia (Comisión de Estudios del Territorio Nacional) y Salud y Asistencia (Subsecretaría del Medio Ambiente). En la mayoría de los casos, estas instituciones realizan estudios sobre recursos renovables específicos y con fines de aplicación inmediata.

Con la promoción activa del CONACYT, se ha creado un grupo de centros de investigaciones ecológicas llamados a tener una gran importancia en el sector: Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste, Instituto de Ecología —bajo auspicios del Departamento del Distrito Federal—, Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Centro de Ecodesarrollo y Centros de Estudios del Medio Ambiente de la UAM.

Antes de la creación de estos centros, los recursos humanos y financieros dedicados al estudio de recursos naturales renovables y de la ecología eran sumamente limitados. En 1973 el gasto en investigación y desarrollo en el sector era del orden de los 90.7 millones de pesos (apenas el 6.8% del gasto nacional en investigación y desarrollo). En 1974 había 272 investigadores equivalentes en todo el país (véase cuadros 1, 3, 9 y 10).

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN ECOLOGIA Y RECURSOS RENOVABLES. 1974.				
CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	33 ²	58.9	76	18.7
De 5 a 10 investigadores	11	19.7	71	17.5
De 11 a 20 investigadores	6	10.7	90	22.2
De 21 ó más investigadores	6	10.7	169	41.6
Total	56	100.0	406	100.0
1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. 2 Incluye 2 unidades con cero investigadores según la definición de¹ FUENTE: Cuadros 9 y 10				

La mayor parte del gasto se ejerció en instituciones de investigación dependientes del Gobierno Federal (un 77.2% del total del gasto del sector) y de los centros de enseñanza superior públicos (un 16.6% del gasto). En éste, como en otros sectores, junto a una o dos instituciones relativamente grandes, se encontraba un buen número de pequeñas instituciones con recursos mínimos para realizar investigación. En 1974

había 56 unidades de investigación, de las cuales el 44.6% contaba con 3 ó menos investigadores cada una y concentraban el 11.7% de los investigadores equivalentes del sector; en tanto que solamente 8 unidades tenían mas de 16 investigadores cada una y agrupaban el 53.7% del total de los investigadores equivalentes (véase cuadros 2, 9 y 10).

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN ECOLOGIA Y RECURSOS RENOVABLES. 1974.					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedio	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	117 697	6.7	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	2 101.7	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	56	4.0	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos).	433.5	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	271.5	5.7	3. Promedio de investigadores ETC por unidad.	4.8	3.4
1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tiene datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología. 2 El dato incluye también unidades con cero investigadores. 3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo. FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

El gasto promedio por investigador equivalente en el sector era superior al gasto promedio nacional: 433.7 miles de pesos el primero y 370.2 miles de pesos el segundo. Sin embargo, el nivel de estudios general de los investigadores no era muy elevado, un

7.4% había realizado estudios de doctorado, un 19.5% de maestría, un 11.3% de especialización y un 61.8% sólo tenía estudios de licenciatura (véase Cuadros 1, 9 y 18).

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES¹ EN ECOLOGIA Y RECURSOS RENOVABLES.

1974.

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de Investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	30	7.4	13	3.7	17	32.7
Maestría	79	19.5	59	16.7	20	38.5
Especialización	46	11.3	36	10.2	10	19.2
Licenciatura	251	61.8	246	69.4	5	9.6
Total	406	100.0	354	100.0	52	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

Del personal equivalente que realizaba actividades de IDE en el sector, había 87 personas con formación en ingeniería, que representaban el 23.3% del personal del sector (43 en ingeniería civil, 14 en ingeniería química y 10 en ingeniería mecánica); 67 en biología (18%), 52 en geología (13.9%), 43 en agronomía (11.5%), 38 en geofísica (10.2%), 17 en economía (4.5%) y 12 en oceanografía (3.2%) (véase Cuadro 22).

En 1973, las cinco principales instituciones de investigación, de acuerdo con el monto de recursos que destinaban a la IADE, eran: la Comisión de Estudios del Territorio Nacional, la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación (SRH), la Dirección General de Estudios de la SRH, el Instituto de Biología (UNAM) y la Dirección General de la Fauna Silvestre (SAG). En conjunto, estas instituciones ejercieron el 71.68% del gasto en IADE orientada a ecología y recursos renovables.

La falta de coordinación y comunicación entre las instituciones de investigación ha provocado dispersión de los recursos, ya que los trabajos se orientan hacia áreas y temas desvinculados entre sí, y esto, a su vez, conduce a resultados poco relevantes y con frecuencia a la duplicación de los esfuerzos. El aprovechamiento de los resultados de las investigaciones para tomar medidas de política de fomento, control, uso de los recursos renovables y defensa de los ecosistemas se ha visto limitado en gran parte, porque las atribuciones de las distintas dependencias del Gobierno Federal que inciden en el sector no están bien definidas y, a veces, dan lugar a enfrentamientos y políticas contradictorias. Dos secretarías de Estado, por ejemplo, tienen atribuciones sobre los recursos pesqueros y operan sin una coordinación estrecha y con los consiguientes conflictos de competencia. Un caso parecido se da en las exploraciones submarinas para la búsqueda de petróleo, que se desarrollan sin consideración alguna a la política de conservación de

los recursos pesqueros. Un último ejemplo es la implantación, en fecha muy reciente, de un programa nacional de desmontes, que ha provocado daños casi irreparables a los ecosistemas debido a la carencia de estudios científicos previos en las áreas desmontadas.

El país necesita con urgencia conocer cuantitativa y cualitativamente la totalidad de sus recursos renovables y de sus ecosistemas, con el objeto de garantizar la conservación de estas fuentes básicas en beneficio de las generaciones actuales y futuras. Necesita a la vez conocer —también en términos cuantitativos y cualitativos— la magnitud de la destrucción de los recursos renovables y el grado de deterioro del ambiente a nivel nacional, regional y local para poder definir con cierta exactitud hasta qué punto y en qué momento pueden frenarse estos procesos y dónde sería factible recuperar terreno perdido en términos del empobrecimiento de la calidad de la vida y de la reducción de las potencialidades del desarrollo económico. Necesita también elaborar un ambicioso programa de investigación con el doble fin de aprovechar —con la debida adaptación— el progreso de las tecnologías ecológicas y de aprovechamiento de los recursos renovables desarrollados internacionalmente, y de construir una base tecnológica propia para ampliar los recursos, ejecutar un conjunto de políticas conservacionistas y fomentar nuevos usos económicos y sociales de los recursos renovables de que dispone el país.

Para que se cumplan los propósitos que acaban de ser enunciados, es preciso hacer un gran esfuerzo en el campo de la investigación científica y tecnológica y una labor educativa a todos los niveles, tendiente a modificar las actitudes de indiferencia de la sociedad frente a los recursos naturales renovables y a los problemas ecológicos. La conservación y el manejo racional de estos recursos sólo podrá lograrse creando en la sociedad una actitud mental que le permita comprender la importancia que tienen estas actividades para elevar su nivel de vida sin arriesgar el patrimonio de las futuras generaciones. Al nivel político, a su vez, se necesita lograr el convencimiento de que cualquier futura acción de planificación general del desarrollo tendrá que otorgar una alta prioridad a la planeación del aprovechamiento de los recursos renovables. Esta alta prioridad se justifica porque los recursos naturales proveen una gran parte de la alimentación humana, además de proporcionar otros importantes satisfactores y, por ser renovables, pueden, siempre y cuando estén bien administrados y aprovechados, servir de base para usos de duración indefi-

nida, cosa que no sucede con los recursos no renovables, cuyo agotamiento a corto o largo plazo introduce serias restricciones en las actividades de planeación. Se necesita también crear al nivel político el convencimiento de que todos los recursos renovables están íntimamente relacionados entre sí, y que los enfoques ecológicos no pretenden limitar arbitrariamente su utilización, sino señalar la necesidad de estudiar todas sus complejas interrelaciones para que se pueda planificar su uso y obtener un óptimo rendimiento. Es imprescindible lograr esta actitud para que el Estado apoye en forma sostenida un programa de investigación de los recursos renovables de gran envergadura y de considerable costo inicial (a la larga tales investigaciones no sólo se pagan por sí mismas sino que producen grandes ahorros al país).

El estudio ecológico de los recursos renovables es fundamental y debe cubrir los siguientes temas: la delimitación precisa de las áreas ecológicas del país; estudios ecológicos regionales que comprenden clima, suelo, agua y vegetación; estudios para el manejo ecológico de regiones en forma integral, incluyendo la producción de alimentos e insumos industriales, la protección de cuencas y la conservación de la flora y la fauna; y estudios antropológicos que consideren al hombre como parte del ecosistema.

Tratándose de los recursos renovables específicos, el programa de investigación tendría como propósitos generales: para *suelos*, la determinación de sus características, de sus usos alternativos, y de uso actual y posibilidades productivas. Para *agua*, la estimación de su papel desde el punto de vista del aprovechamiento biótico y de su importancia como factor recreativo, además de su aporte básico para la agricultura y la industria —el cual ha sido estudiado con bastante detalle—. Para *flora y fauna* (tanto terrestres como acuáticas), la definición y cuantificación de su doble valor como satisfactores materiales directos —alimentos y materias primas de uso industrial— y como elementos imprescindibles de las complicadas cadenas ecológicas que contribuyen a mantener el equilibrio de la naturaleza o a renovar y reconstruir el ambiente. Y para *recursos marinos*, la determinación y cuantificación de recursos y fenómenos naturales de importancia para el uso del mar, navegación y obras portuarias, y para la explotación racional de los recursos.

El programa de investigación propuesto y la aplicación de sus resultados tendría que tomar en

cuenta, primero, los usos conflictivos de los distintos recursos renovables entre sí y los conflictos potenciales en el aprovechamiento simultáneo de los recursos renovables y no renovables; y, segundo, las repercusiones que el acelerado incremento de la población tiene sobre la disponibilidad global de los recursos naturales.

b. Situación actual en recursos hidráulicos.

Aun cuando, de acuerdo con el Plan Nacional Hidráulico, el país cuenta con suficientes recursos de este tipo para satisfacer por lo menos durante el resto del siglo sus necesidades agrícolas, industriales y una parte de sus necesidades energéticas, hay una serie de limitaciones en su aprovechamiento debido a la distribución altamente irregular del agua y a las diferencias regionales de los niveles de precipitación pluvial.

El 31% del territorio nacional está calificado como desértico y árido, el 36% como semiárido y solamente el 33% dispone en forma abundante de agua. Vastas zonas están sujetas a severas restricciones, mientras otras disfrutan de un generoso abastecimiento que produce excedentes no aprovechados. Aún más, la distribución y disponibilidad de los recursos hidráulicos se agrava, porque alrededor de las tres cuartas partes de las aguas provenientes de la precipitación pluvial se pierden por evaporaciones y sólo una pequeña proporción se filtra a los depósitos acuíferos.

La distribución desigual del agua en el país y la creciente demanda para servicios urbanos han creado en ciertas regiones graves problemas de abastecimiento para la agricultura y fuertes conflictos por su uso. Cabe subrayar que en grandes extensiones, como algunas cuencas del norte y el Valle de México, los consumos superan ya la disponibilidad potencial del agua renovable y se está recurriendo al componente no renovable de agua subterránea.

A esto hay que agregar el hecho de que las necesidades no satisfechas son muy grandes. Se estima que solamente el 49% de la población total cuenta con servicios de agua potable. Por su parte, el Plan Nacional Hidráulico hace hincapié en que existen todavía 3.9 millones de Ha. de tierras con pendientes menores que el 2% —teóricamente susceptibles de utilizarse en la agricultura de riego—, que constituyen áreas de alta productividad potencial que por falta de agua se aprovechan deficientemente o no son utilizadas en actividades agropecuarias. Además, existen grandes

superficies de suelos en el sureste, de 1.5 a 2 millones de Ha., que siguen siendo usadas por la agricultura de baja productividad porque están sujetas a continuas inundaciones. Si, por un lado, se organizara mejor y extendiera la irrigación a zonas donde, aparentemente, escasea el agua y si, por otro, se llevaran a cabo obras de drenaje y protección contra inundaciones en las zonas superhúmedas, se podría incorporar a las actividades agropecuarias de altos rendimientos áreas que probablemente excedan los 5.6 millones de Ha. Se trata de una extensión equivalente casi al 15% del total de las tierras teóricamente explotables, al 30% de las tierras usadas en la actualidad en la agricultura y la ganadería, y al 50% de las tierras labradas de alta productividad agropecuaria del país. Aunque una parte de estas extensiones recuperables para la explotación de alta productividad es objeto de actividades agropecuarias de bajo rendimiento, las cifras citadas indican que el margen del potencial agrícola del país no explotado racionalmente por deficiencias de organización y de manejo de los recursos acuíferos es mayor de lo que generalmente se cree.

En estas condiciones, se puede postular que el desarrollo futuro de la agricultura y otras actividades productivas, así como el bienestar y la salubridad de la población, dependerán en gran parte de un aprovechamiento, distribución y uso del agua mucho más tecnificado y mucho más racional que en el presente.

El uso irracional de los recursos hidráulicos ha creado ya serios problemas locales, regionales y nacionales: la extracción indiscriminada del agua del subsuelo ha producido migración de aguas salinas, hundimiento del terreno y aumento de los costos de bombeo; el manejo ineficiente de ciertos distritos de riego ha creado problemas graves de ensalitramiento de las tierras y de erosión; la falta de control del uso del agua ha producido su creciente contaminación, lo cual constituye un problema de considerable magnitud, pues afecta a la salud humana, la flora y la fauna. Las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales provenientes de las poblaciones, de las actividades agrícolas, de la industria y del proceso de erosión de los suelos.

En el desarrollo del sector agrícola, principal consumidor de agua en el país, las obras de infraestructura, y en especial los distritos de riego construidos con fondos públicos, han desempeñado un papel clave. Sin embargo, no sólo sus beneficios han sido desigualmente distribuidos en favor de la gran

explotación agrícola, sino que se han desaprovechado, para las zonas adyacentes a las de la agricultura comercial, los usos marginales del agua de riego potencialmente disponible.

La política de subsidios a los usuarios mediante tarifas inferiores a los costos, aplicada tanto al agua para riego agrícola como a la destinada a fines industriales y al consumo humano en las ciudades, ha restringido seriamente la capacidad financiera del Estado para resolver los problemas de escasez de agua en grandes zonas del territorio nacional y de proporcionarla en las mínimas condiciones de higiene a la población rural y urbana marginada.

En la actualidad, frente a la magnitud de los problemas generados por el uso irracional de los recursos hidráulicos, la investigación que se realiza en el sector es exigua y casi siempre se hace para solucionar dificultades inmediatas. El resultado es que no se estimula la investigación sobre las opciones tecnológicas teóricamente disponibles ni acerca de las tecnologías adecuadas para solucionar los problemas que enfrentará el país en el futuro en relación con el aprovechamiento de los recursos hidráulicos. Ejemplos claros de la situación descrita son: la falta de datos y análisis para el aprovechamiento de las zonas húmedas tropicales, que requieren, entre otras medidas, el drenaje y control de inundaciones; y los grandes problemas que se enfrentarán a mediano plazo por la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

En 1973 había 30 unidades de investigación dedicadas a problemas relacionados con el agua; es decir, la mayoría del total de 56 unidades localizadas en el sector de ecología y recursos renovables. De estas 30 unidades, 19 se ubicaban en instituciones del Gobierno Federal, 4 en empresas privadas de capital nacional, 6 en centros de enseñanza superior públicos y 1 en centros de enseñanza superior privados. En este subsector trabajaban alrededor de 128 investigadores equivalentes, los que representaban el 47.1% del total de investigadores en ecología y recursos renovables. Las unidades de investigación y desarrollo en el subsector eran, en general, pequeñas; el 56.7% tenían 4 ó menos investigadores cada una y empleaban el 19.9% del total de los investigadores equivalentes del subsector. El gasto por investigador equivalente estaba por debajo del promedio nacional y del promedio del sector: 348 mil pesos anuales en el subsector agua, 370.2 mil pesos de promedio nacional y 433.5 mil pesos en el sector.

Del personal equivalente que realizaba actividades de IDE en aspectos relacionados con el agua, había 30 personas con formación en ingeniería civil (23.4%), 28 en geología (21.8%), 10 en química (7.8%), 10 en oceanografía (7.8%), 8 en biología (6.2%) y 8 en economía (6.2%) (véase Cuadro 22).

Una buena parte de la investigación tecnológica ligada a problemas inmediatos y a la ejecución de planes de inversión a corto plazo se desarrolla en la Secretaría de Recursos Hidráulicos y cubre, entre otros, temas tales como relación agua-planta-suelo y funciones de producción agrícola; métodos para desalar aguas salinas y salobres; sistemas para el tratamiento de aguas residuales; y, desde luego, modelos hidráulicos y trabajo de ingeniería experimental para apoyar el diseño de las obras hidráulicas del país, cuyo grado de perfección es internacionalmente reconocido. Sin embargo, estas investigaciones internas no se difunden adecuadamente en el seno de la institución y en muchos casos tropiezan con dificultades presupuestarias. Otras investigaciones de índole semejante son desarrolladas, por encargo de la misma Secretaría de Estado, por compañías consultoras o centros de investigación, pertenecientes principalmente a la UNAM. La mayoría de estas investigaciones están directamente relacionadas o forman parte del estudio, diseño y construcción de las obras de mayor prioridad y es muy difícil diferenciar en ellas los aspectos de diseño y estudios rutinarios con los de investigación científica y tecnológica. La más grande limitación de estas actividades consiste en que sus resultados no se dan a conocer a otras dependencias y empresas del sector público que podrían hacer un buen uso de ellos. Esto se debe, entre otras razones, a la falta de mecanismos formales de difusión de los conocimientos tecnológicos adquiridos y de los resultados de las investigaciones. Los planteamientos respecto a las necesidades tecnológicas del sector para 1975-2 000, que se incluyen en el Plan Nacional Hidráulico (PNH) (hecho público a fines de 1975), han sido tomados en cuenta en la formulación de los objetivos y lineamientos que se presentan más adelante en materia de agua.

c. Situación actual en suelos.

Para entender la importancia de los suelos en el presente y el futuro socioeconómico de México, basta recordar que casi la mitad de la población —que ha excedido ya los 60 millones y sigue creciendo a una

de las tasas más altas del mundo— vive de las actividades primarias que, a final de cuenta, dependen de la disponibilidad y de la productividad de los suelos; que más de las dos terceras partes de la población que se dedica a las actividades primarias vive en condiciones miserables; y que solamente una fracción del territorio nacional es —por razones climáticas, orográficas e hidrológicas— cultivable con los conocimientos tecnológicos actualmente en uso.

Estos datos generales permiten sostener que los suelos representan un recurso relativamente escaso y que, en consecuencia, deberían ser objeto de un aprovechamiento racional. Para que esto ocurra, el país necesita, en primer término, contar con los conocimientos detallados sobre la disponibilidad cuantitativa y cualitativa, tanto actual como potencial, de este recurso; y, en segundo término, disponer y estar en condiciones de aplicar masivamente tecnologías que aseguren el aprovechamiento óptimo sostenido de los suelos, objetivo imposible de lograr sin su conservación adecuada y su rehabilitación continua.

El país no cuenta todavía con inventarios completos del uso actual y potencial del conjunto de los suelos disponibles; de sus propiedades físicas, biológicas, mineralógicas y otras; y de la magnitud y el grado de deterioro por la erosión. Los trabajos realizados hasta ahora por la CETENAL permiten conocer el uso actual y potencial de los suelos en sólo un 20% de la superficie total del país. El nivel de la escasa información sobre los suelos varía de una región a otra, al parecer incluso para las regiones relativamente bien estudiadas, que corresponden por regla general a los distritos de riego —objeto de la explotación agrícola comercial—. No existe un cuadro completo de conocimientos sobre los suelos; cuadro que debería comprender, entre otros, conocimientos detallados sobre su génesis, morfología, física, biología, mineralogía y fertilidad; y sobre las interrelaciones entre el suelo, el agua y la vegetación. En otras palabras, la situación en el país al respecto varía entre los distintos grados de ignorancia parcial sobre las regiones relativamente pequeñas, cuyos suelos proporcionan la mayor parte de los alimentos y las materias primas para el uso interno y la exportación; y la ignorancia completa sobre las regiones de gran extensión territorial, cuyos suelos proporcionan casi exclusivamente los medios de subsistencia para la numerosa población que las habita.

A pesar de las extremas limitaciones del conocimiento sobre este sector, gana terreno el consenso de

que el inadecuado uso de los suelos en todo el país se ha vuelto un problema nacional de suma gravedad, particularmente desde el inicio del estancamiento de la producción agropecuaria, a principios de esta década. Sin que exista una literatura científica suficiente al respecto, es de conocimiento general que en las cada vez mayores extensiones de suelos dedicados a la explotación agropecuaria, sean de riego o de temporal, se sigue acelerando la degradación activa y constante de sus condiciones físicas, químicas y biológicas; se siguen agudizando los procesos irreversibles de erosión tanto hídrica como eólica; y existe el peligro, en las zonas de alta productividad, de contaminación de los suelos por el uso excesivo o incorrecto de fertilizantes y pesticidas. Estos procesos, agudizados por el retiro de suelos del uso productivo en beneficio de la rápida urbanización del país, no se ven contrarrestados por la incorporación de otros mediante la apertura de nuevas tierras laborables en el sureste.

No solamente no existen inventarios nacionales y regionales completos del recurso suelo, sino que tampoco hay estudios multidisciplinarios de conjunto sobre su problemática ecológica y su productividad. Actualmente la CETENAL se encuentra delimitando las áreas ecológicas del país, por medio de sus cartas e informes temáticos sobre: geología, uso del suelo, edafología, uso potencial, topografía y climas. Además faltan investigaciones profundas acerca de las relaciones entre los suelos y los otros recursos renovables. La gran mayoría de las actividades de investigación sobre este recurso refleja los objetivos propios, deficientes o estrechamente definidos, de cada una de las pocas instituciones que trabajan en este campo. Es difícil encontrar en esos objetivos una visión a largo plazo de los distintos aspectos del aprovechamiento y conservación de los suelos o interés en la investigación multidisciplinaria y la cooperación interinstitucional.

Al parecer, en cuanto a los temas de investigación, es en la fertilidad de suelos donde se ha avanzado más que en otros campos, sobre todo en lo relativo a la respuesta de los suelos al fertilizante. Existen al respecto conocimientos bastante detallados para los distritos de riego del noroeste y nordeste, y de algunas zonas de temporal (el Bajío, Jalisco, Edo. de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala y Veracruz). Hay, por otro lado, extensas regiones del país bajo cultivos básicos (maíz y frijol) sobre las cuales no se sabe nada acerca de su respuesta a la fertilización. Bien puede ser que esta ignorancia refleje el hecho de que en estas

zonas de temporal el uso de los fertilizantes es casi desconocido; sin embargo, una eventual introducción de fertilizantes en dichas zonas debiera ser precedida por una investigación a fondo acerca de sus resultados y mejor método de empleo.

La mayoría de los estudios en detalle sobre la respuesta de ciertos cultivos específicos a distintos tipos de fertilizantes corresponde a los distritos de riego y a los cultivos de alto valor comercial. La misma concentración en los distritos de riego caracteriza las investigaciones en el campo de la física y la química de los suelos. En mineralogía y biología de suelos la investigación es casi inexistente. El estado de los estudios sobre la relación entre suelo, agua y plantas, también concentrados en los distritos de riego, es algo mejor; pero contrasta con la ausencia o las deficiencias de las investigaciones sobre la relación suelo-vegetación. Finalmente, destaca la extrema escasez de estudios sobre la conservación de suelos, a pesar del rápido ritmo de su deterioro por la erosión geológica y las prácticas inadecuadas de manejo de los cultivos. No se ha adoptado todavía en el país una sola y coherente clasificación de este recurso.

El estado de la escasa investigación con respecto a los suelos en México podría resumirse diciendo que existe una correlación muy estrecha entre ella y el uso de fertilizantes y la disponibilidad de agua. Donde no se usan o se usan pocos fertilizantes y donde escasea el agua, es decir, en toda la agricultura de subsistencia, persiste el desconocimiento absoluto de la problemática sobre este recurso. Y lo que es todavía más grave, a pesar de que en materia de investigación de suelos existen ciertas vinculaciones con centros extranjeros (norteamericanos y en menor escala franceses), el país vive casi completamente al margen del progreso científico internacional en este sector.

La disponibilidad de los recursos humanos para las investigaciones de suelos es sumamente limitada y refleja la escasa capacidad de formación de profesionistas y personal técnico medio en este campo. La Universidad Autónoma de Chapingo ofrece a los estudiantes de ciencias agrónomas la especialidad de suelos en forma completa. Desde la fundación del Departamento de Suelos en 1958, hasta la fecha, han egresado 143 especialistas en suelos con el grado de ingeniero agrónomo. En el Colegio de Posgraduados de la misma institución, establecido en 1959, se enseña física, química, microbiología y bioquímica de suelos; fertilidad de suelos y nutrición vegetal; mor-

fología y clasificación de suelos. Durante los dieciséis años de existencia del Colegio apenas se han recibido 100 profesionistas de nacionalidad mexicana. El profesorado de la Universidad Autónoma de Chapingo para todas las disciplinas relacionadas con este recurso está compuesto por 12 profesores de tiempo completo y 6 de tiempo parcial. También la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ofrecen cursos a nivel de graduados en materia de suelos. Si bien en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y en algún otro centro de enseñanza agrícola superior de provincia se imparten cátedras sobre la problemática de suelos, estas actividades no afectan en mayor grado la situación prevaleciente.

En el campo de la química de suelos difícilmente se pasa de veinte especialistas en todo el país y además buena parte de ellos están dedicados a actividades que no corresponden directamente a su especialidad; en pedología se cuenta con aproximadamente 50 especialistas, de los cuales varios trabajan en empresas privadas y otros en la agricultura comercial en provincia; en física de suelos hay aproximadamente 10 especialistas altamente calificados, los cuales se localizan en instituciones de enseñanza superior; en mineralogía de suelos se dispone de menos de 10 especialistas; en el campo de las relaciones suelo-vegetación, el número de especialistas es menor que en el caso anterior; y, finalmente, en biología de suelos existen 8 especialistas, de los cuales 4 se dedican a la microbiología. No existen especialistas en ecología de suelos.

En 1974 había 41 investigadores equivalentes que realizaban IADE sobre suelos, los cuales se distribuían en 6 unidades de investigación, de las cuales una sola empleaba alrededor de 32. El gasto promedio por investigador equivalente era de sólo 171 mil pesos anuales, cifra bastante menor que el promedio nacional de 370.2 mil pesos anuales, y que el promedio del sector de ecología y recursos renovables de 433.5 mil pesos. De acuerdo al volumen de recursos, la principal institución de investigación y desarrollo en suelos era la Dirección General de Estudios de la SRH.

En cuanto a la formación de los recursos humanos que realizaban actividades de IADE en el subsector, del total del personal equivalente (42), había 22 con formación en agronomía (55%), 5 en química (12.5%), 5 en ingeniería (12.5%), 2 en economía (5%) y 2 en geografía (5%) (véase Cuadro 22).

d. Situación actual en flora y fauna.

El concepto de ecosistema comprende, además del medio inorgánico —agua, suelos—, los organismos que habitan en dicho ambiente: la flora y la fauna. Debido a sus condiciones geológicas, orográficas y climáticas, México cuenta con una gama sumamente amplia de ecosistemas y, en consecuencia, de conjuntos específicos de flora y fauna, cuyo conocimiento es todavía muy deficiente, tanto en lo que se refiere a la participación de estos recursos en el equilibrio ecológico como a su posible aprovechamiento con propósitos económicos y sociales.

Para fines del estudio, conservación y aprovechamiento de la flora y la fauna, es conveniente distinguir las siguientes zonas ecológicas de particular interés: zonas áridas, zonas subáridas cubiertas con pastizales, zonas de bosques templados y fríos, selvas tropicales, ecosistemas acuáticos naturales y artificiales interiores, y ecosistemas de las costas y del mar adyacente. Las riquezas florísticas y faunísticas de las zonas enumeradas nunca han sido objeto de estudios integrales con un enfoque ecológico—económico. Con una u otra excepción los únicos que han adoptado hasta ahora este punto de vista son los grupos de investigación extranjeros. Prevalece en las investigaciones científicas del país el enfoque unidisciplinario y en las investigaciones económicas, el de ventajas posibles a corto plazo de la explotación de algún recurso vegetal específico. Una de las consecuencias de estos enfoques parciales es que no existen hasta la fecha inventarios de la flora y la fauna al nivel regional o nacional. Tampoco existen políticas de conservación y aprovechamiento de estos recursos para las distintas zonas ecológicas ni para el país en su conjunto. Por otra parte, el grado de destrucción de la flora y la fauna es impresionante, en particular en los bosques templados y fríos y en las selvas tropicales, también habría que mencionar el efecto destructor de la contaminación sobre la flora y la fauna de los ecosistemas acuáticos interiores.

El Programa Nacional Indicativo de Ecología Tropical, creado por el CONACYT en abril de 1974, está concebido como un primer paso para la integración de un programa a nivel nacional en esta área. Tiene como objetivo resolver alguno de los problemas ambientales que afectan a las zonas cálidas y húmedas, pues éstas constituyen la última reserva importante de tierra productiva con que cuenta el país y los conocimientos sobre sus características particulares son sumamente escasos.

Entre las actividades desarrolladas por este Programa, pueden mencionarse: el apoyo a proyectos de investigación, sus acciones de enlace con otros países que realizan este tipo de investigaciones en el marco del programa de la UNESCO "El Hombre y la Biosfera"; y la evaluación de las actividades de los centros que actualmente realizan labores de investigación y enseñanza en ecología tropical, a fin de coordinar los esfuerzos y optimizar los resultados.

La orientación de los esfuerzos científicos y tecnológicos hacia el estudio de la flora y la fauna de las zonas templadas ha determinado que existan escasos conocimientos sobre los recursos naturales del trópico húmedo y sobre las posibilidades de su explotación racional. Hasta ahora, por falta de esos conocimientos, se ha intentado explotar el trópico húmedo con los mismos patrones técnicos e institucionales de las zonas templadas, a costa de transformar —a veces con graves consecuencias— el ecosistema y el medio cultural.

Respecto a la *flora*, puede resumirse el estado de su conocimiento por zonas ecológicas de la siguiente manera: en las zonas áridas, donde representa un importante potencial económico, sólo se ha estudiado de manera integral en el desierto de Sonora, que incluye Baja California. Las investigaciones sobre los pastizales de las zonas áridas y subáridas son deficientes, a pesar de que el mal aprovechamiento de estas zonas ecológicas se ha traducido en la disminución de la productividad ganadera y en un deterioro continuo del suelo. Con respecto a los bosques templados y fríos —los ecosistemas naturales de mayor importancia para el país—, la mayor parte de las investigaciones se limitan a los problemas relacionados con las necesidades de la industria maderera; faltan inventarios de su riqueza florística y estudios sobre regeneración de bosques y sobre múltiples factores que afectan negativamente estos ecosistemas. Los estudios sistemáticos de estas zonas desde el punto de vista de su importancia, sin duda primordial para el funcionamiento del sistema hidrológico del país son escasos; por ejemplo, la flora de las selvas tropicales y la relación que allí existe entre la vegetación y el agua no han sido estudiadas con la extensión y profundidad necesarias para utilizar de manera óptima sus abundantes recursos florísticos. También es exigua la investigación sobre las sabanas tropicales del país. Finalmente, existe un desconocimiento agudo de la flora de las aguas interiores y de las costas.

Respecto a la *fauna*, los estudios de especies silvestres de amplia distribución geográfica, y en muchos casos con hábitos migratorios, apenas se han iniciado. Estos estudios se hacen con participación de otros países. Además, como las investigaciones se han orientado a la elaboración de listas de especies de importancia cinegética, no se dispone de un inventario completo de la fauna del país. La información muy escasa acerca de los ciclos biológicos crea obstáculos en las áreas de conservación y regeneración de las especies que están en peligro de extinguirse.

La poca importancia concedida hasta ahora a la investigación y desarrollo sobre la flora y la fauna se refleja claramente en el número de investigadores que trabajaban en este subsector en 1974. Había solamente 14 investigadores equivalentes realizando IDE de la flora y 17 de la fauna. Este reducido personal estaba asociado a un gasto nacional de IDE en el subsector de 20.4 millones de pesos en 1973 (5.3 millones en flora y 15.1 millones en fauna) (véase Cuadros 1 y 19).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IDE sobre la flora, había 16 con formación en biología (80%), 3 en agronomía (15%) y 1 en economía. De los que estaban dedicados a la IDE sobre la fauna, había 25 con formación en biología (92.6%), 1 en física y 1 en medicina (véase Cuadro 22).

México necesita establecer un sistema moderno de parques y reservas nacionales, pues estos sitios presentan ventajas inapreciables para la investigación básica y aplicada de la flora y la fauna del país, consideradas como integrantes de los sistemas ecológicos y como fuentes potenciales de alimentos y otros insumos de importancia económica, y también para proporcionar a la población sitios adecuados de esparcimiento cultural. La situación actual al respecto es poco satisfactoria, a pesar de que el primer parque nacional fue establecido en 1917, y de que México firmó en 1940 un tratado internacional sobre conservación de la naturaleza y ha presentado ciertas iniciativas novedosas en este campo en las Naciones Unidas.

El reconocimiento real y no sólo formal de la necesidad de preservar la integridad de los parques nacionales existentes; la adquisición por el Estado de las partes de los parques nacionales sujetas a explotación con fines productivos; la localización de los sitios adecuados para nuevos parques nacionales o reservas de la biosfera; y el establecimiento de un

sistema nacional de reservas naturales, provisto de la administración y protección necesarias, representan el prerrequisito de una política científica y tecnológica en el campo de los recursos florísticos y faunísticos.

e. Situación actual en recursos marinos.

Las enormes riquezas que potencialmente están a disposición del país en sus mares adyacentes, lagunas costeras y estuarios sólo podrán explotarse si se desarrolla de manera vigorosa la investigación y las tecnologías relacionadas con el mar. Todas las ventajas, usos y recursos del mar significarían muy poco para el progreso de la humanidad sin una apropiada y ordenada investigación científica marina.

Hasta fines de la década de los cincuentas, sólo grupos aislados se ocupaban de investigaciones marinas, en su mayor parte de tipo biológico descriptivo. La infraestructura científico-tecnológica de las actividades del mar era, hasta hace muy poco tiempo, anticuada: carecía de los equipos adecuados y de los recursos humanos necesarios.

El establecimiento de una zona económica exclusiva de doscientas millas representa para México el ejercicio de su soberanía sobre toda clase de recursos en una zona marítima cuya extensión superficial (2.6 millones de kilómetros cuadrados) es superior al territorio continental e insular de nuestro país. Este potencial debe ser aprovechado, para ello se requiere superar con creces el estado actual de la capacidad científica y tecnológica en materia de recursos marinos.

Un mayor beneficio de los mares por el aprovechamiento más intenso de sus recursos vivos, de las materias primas en disolución y de los recursos del fondo y subsuelo marinos, sólo se puede obtener si se dispone de la información científica suficiente, para lo cual se requiere de capacidad técnica y científica en los diversos aspectos que abarca la oceanografía.

Nuestras investigaciones científicas marinas son de carácter limitado y se encuentran en una etapa inicial de desarrollo. A esto obedece que se desconozca la variedad de recursos y el potencial que ofrecen nuestros litorales. En cambio, son múltiples las instituciones extranjeras interesadas en realizar investigaciones científicas en nuestros mares.

Sólo en los últimos diez años, diversas instituciones educativas, secretarías de estado y organismos descentralizados han llevado a cabo programas y trabajos con una perspectiva más amplia y con mayor inversión de recursos. A pesar de los esfuerzos que se han hecho, el conocimiento de los mares mexicanos es sumamente reducido, ya que no se dispone de información suficiente para la explotación y administración de multitud de recursos marinos. Esto ha contribuido, sin duda, a frenar el ritmo de crecimiento de los sectores que utilizan o podrían utilizar estos recursos.

Diversas instituciones realizan trabajos relativos al mar y sus recursos, ya sean de tipo administrativo o de investigación y desarrollo:

La Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo tiene entre sus funciones: programar, coordinar y ejecutar, directamente o en colaboración con otras dependencias e instituciones, trabajos de investigación oceanográfica e integrar el archivo de Información Oceanográfica Nacional.

La Carta Oceanográfica Nacional, en cuya elaboración trabaja la Secretaría de Marina, aportará los conocimientos básicos y las investigaciones aplicadas necesarias para incorporar a la economía nacional los recursos marinos existentes en la zona económica exclusiva.

En los cruceros oceanográficos realizados hasta la fecha se ha recabado información de las condiciones físicas, químicas y biológicas, geológicas y de contaminación del océano. La información es analizada y enviada para su archivo al Centro de Datos Oceanográficos con que cuenta la Dirección General de Oceanografía. Este Centro fue establecido en 1973, con el objeto de integrar el archivo de información oceanográfica nacional, y tiene entre sus funciones la de adquirir, procesar y preservar toda la información oceanográfica que se genere en el país y la disponible en el extranjero; establecer procesos que aseguren precisión y calidad general de los datos incorporados; preparar atlas y resúmenes informativos, tablas, y cuadros sobre las condiciones oceanográficas mensuales o anuales. A pesar de la importancia que han adquirido las actividades marítimas y de las necesidades de información y control que se derivan de la gran extensión de la Zona Económica Exclusiva, los servicios oceanográficos y la información disponible son raquíticos.

El CONACYT ha destacado la necesidad de realizar estudios que sirvan de base para lograr un mayor y mejor aprovechamiento de los recursos marinos. Desde 1974, la investigación en este campo ha recibido apoyo a través del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos. Entre 1974 y 1976, el CONACYT ha destinado recursos por más de nueve millones de pesos para áreas de investigación en este campo.

En la elaboración y ejecución del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos participan la comunidad científica, las instituciones de educación superior, las instituciones gubernamentales y los usuarios de la investigación. Entre los objetivos que persigue el Programa se encuentran: a) fomentar el desarrollo de las ciencias del mar; b) propiciar la formación del personal docente, científico y técnico que requiere el conocimiento de los mares y zona costera para el aprovechamiento de sus recursos minerales, hidrocarburos y bióticos, así como para el uso portuario, turístico, industrial, de navegación y protección de costas; c) coordinar y optimizar los esfuerzos de las instituciones nacionales que participan en la explotación, administración y estudio de los recursos del mar; y d) consolidar la infraestructura científica y tecnológica de las instituciones que participan en el estudio de los recursos marinos.

El Programa para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos ha manifestado su interés por desarrollar las ciencias y tecnologías del mar dado que el océano es una fuente potencial básica de producción, principalmente de alimentos, y puede proporcionar fuentes de trabajo. De esta manera el Programa ha orientado sus esfuerzos en tres grandes campos que incluyen la formación de recursos humanos, servicios marinos y prioridades de investigación y desarrollo.

El Programa sostiene que es en el área de la formación de recursos humanos donde se requiere mayor atención, pues es preciso satisfacer la demanda de personal calificado para los distintos tipos de actividades a fin de lograr un desarrollo armónico a todos los niveles que se refleje en el óptimo aprovechamiento de los recursos marinos. La formación de recursos humanos considera principalmente cuatro rubros generales: a) capacitación para pescadores y obreros especializados; b) nivel medio básico y medio superior; c) nivel profesional; y d) posgrado e investigación.

En el área de la formación de recursos humanos, el CONACYT, en 1971, solicitó al Comité de Ciencias y Tecnologías del Mar la elaboración de un proyecto titulado "Plan Nacional para Crear una Infraestructura en Ciencias y Tecnologías del Mar" a fin de incrementar la capacidad de investigación y formar los profesores e investigadores necesarios para aprovechar los recursos marinos, utilizando al máximo la capacidad y recursos de las instituciones nacionales, tanto como ayuda internacional y fondos adicionales que pudiera aportar el CONACYT. Dicho Plan se lleva a cabo bajo los auspicios del Gobierno de México y el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Este Plan es el que mayor inversión ha canalizado a las ciencias del mar, 29 millones de pesos de fondos del PNUD para el quinquenio 1973-1977.

Los objetivos del Plan para crear una infraestructura en ciencias y tecnologías del mar son: a) utilizar al máximo la capacidad nacional para realizar investigación y formar nuevos grupos de investigación, b) preparar los maestros y doctores en ciencias y tecnologías del mar que requiere el país, c) investigar los problemas prioritarios señalados en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos, d) elevar el nivel académico de las instituciones que imparten carreras en aspectos marinos a nivel de licenciatura, e) formar recursos humanos en las áreas que requieran las diversas secretarías de Estado y organismos descentralizados, y f) estimular el mantenimiento y uso compartido de los barcos oceanográficos, a fin de dotarlos de la capacidad que requieren la formación de personal y la investigación.

El Programa de Aprovechamiento de los Recursos Marinos enfatiza la necesidad de contar con datos, mediciones, procesamiento de materiales, información, instalaciones y equipo, que deben constituir los servicios marinos básicos para el conocimiento, explotación y administración de los recursos. Los servicios marinos son: cartografía marítima, datos oceanográficos, embarcaciones oceanográficas, estadísticas de producción pesquera, instrumentación oceanográfica, inventario de recursos en las ciencias y tecnologías del mar, preclasificación de material oceánico, predicción de mareas, predicción de oleajes y corrientes, pronóstico meteorológico marino y vigilancia de la contaminación en la zona costera.

En el área de temas prioritarios de investigación, el Programa señala la necesidad de realizar inves-

tigaciones en la zona costera y áreas marinas adyacentes y sobre temas de carácter general de tipo tecnológico, de organización y jurídicos y socioeconómicos, que contribuyan a un conocimiento más profundo del conjunto de condiciones bajo las cuales se desenvuelven las actividades marinas.

La investigación relacionada con el inventario de la fauna acuática y marina ha recibido una prioridad muy alta en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos. Los inventarios de la fauna acuática están bastante adelantados. Se sabe, en este caso con detalle, cuáles son las principales especies que habitan en los depósitos y corrientes de agua dulce y en los litorales. Los conocimientos de la fauna marina, exceptuando las principales especies pesqueras de explotación comercial, siguen siendo muy limitados. Con anterioridad a la creación de la zona económica exclusiva en los mares adyacentes a las costas del país, este Programa ha fijado, para las seis regiones en que fueron divididas las costas del Pacífico, Golfo de México y el Caribe, las prioridades de investigación con respecto a los recursos bióticos del mar. Estas prioridades comprenden biología, estructura y distribución de las especies comerciales más importantes; biología y posible cultivo de especies comerciales de alto valor económico; y los estudios de lagunas costeras y esteros, tendientes a la conservación y mejoramiento de las condiciones ambientales, a fin de aumentar la producción pesquera y propiciar el posible cultivo de ciertas especies comerciales.

Los esfuerzos que actualmente se realizan en el país en el campo de los servicios marinos son limitados. Los trabajos de cartografía marítima han sido insuficientes y sin coordinación. Diversas dependencias del sector público realizan grandes esfuerzos en este campo, a pesar de sus severas restricciones presupuestarias y de recursos humanos: la Secretaría de Marina, Petróleos Mexicanos, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Secretaría del Patrimonio Nacional, Secretaría de Obras Públicas y Secretaría de la Presidencia. Es frecuente la dispersión de los recursos y duplicación de actividades por falta de coordinación en las investigaciones.

Las dependencias que trabajan en la obtención de datos oceanográficos son la Secretaría de Marina, la de Industria y Comercio y la Universidad Nacional Autónoma de México. Las tareas referentes a la ad-

quisición, procesamiento y disponibilidad de datos oceanográficos se realizan con limitados recursos, instalaciones y equipo, a pesar del extraordinario apoyo que se le ha dado recientemente a estos aspectos. Salvo muy pocas excepciones, la información recogida no ha sido sistematizada y analizada.

El equipo e instrumentos que se utilizan en las actividades de investigación y desarrollo experimental en el mar requieren de mantención especializada debido a su complejidad, condiciones de trabajo y efectos del medio ambiente. Además, como la mayor parte es importada, con frecuencia dejan de utilizarse por falta de mantenimiento y calibración. Las instituciones que realizan esfuerzos en instrumentación oceanográfica, en pequeña escala, son el Centro de Investigación y Estudios Avanzados, la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y el Centro de Instrumentos de la UNAM, y tienen posibilidades de desarrollar un programa de mantenimiento, reparación, calibración, diseño y construcción de instrumentos oceanográficos.

La preclasificación de material oceánico ha avanzado en los últimos años y ha puesto en evidencia la necesidad de establecer centros de servicio que se encarguen de preclasificar las muestras, a fin de ponerlas a disposición de los especialistas, para posteriormente formar colecciones de referencia con parte del material estudiado. Con tal finalidad, recientemente se creó el Centro de Preclasificación Oceánica de México, bajo el patrocinio conjunto del CONACYT, la UNAM y la Secretaría de Marina, y la ayuda de la UNESCO.

El uso de la zona costera para actividades industriales, portuarias, urbanísticas, etc. puede significar el deterioro del ambiente marino y sus recursos. La Secretaría de Recursos Hidráulicos está realizando el inventario de fuentes de contaminación en las lagunas costeras y estudiando la calidad del agua. El IPN y la UNAM han hecho investigaciones conjuntas sobre áreas en las que la contaminación es particularmente intensa. El estudio integral de la contaminación en el

medio marino costero es sumamente difícil por la gran cantidad de problemas involucrados. Numerosas instituciones oficiales y educativas han llevado a cabo estudios sobre la contaminación de las costas. En la mayoría de los casos, sin embargo, no han contado con el equipo elemental. Además, no se ha adoptado una metodología común que permita comparar los resultados de los estudios de las distintas instituciones.¹

B. Objetivo.

a. Objetivo general.

Aumentar el conocimiento ecológico de los recursos renovables del país para conseguir su máximo aprovechamiento sostenido y para protegerlos, preservarlos, renovarlos e incrementarlos, asegurando de esta manera las bases ecológicas y ambientales para un desarrollo socioeconómico del país a largo plazo, que haría posible no solamente satisfacer las necesidades básicas de toda la población sino incluso mejorar la calidad de la vida.

La consecución de este objetivo exige: a) una administración coherente, integrada y con visión de conjunto de los recursos renovables (esto supone una revisión cuidadosa de las leyes y de la administración pública correspondientes a esta área); b) crear conciencia en toda la población del país sobre la importancia de aprovechar en forma racional estos recursos y de preservar el ambiente; c) un programa nacional de investigación a largo plazo acerca del conjunto de los recursos naturales y de las condiciones ecológicas prevalecientes y deseables; y d) el fortalecimiento de los museos de historia natural existentes.

b. Objetivo en el área de recursos hidráulicos.

Fortalecer la capacidad del sistema científico y tecnológico del sector para que permita, mediante la identificación —tanto en el ámbito nacional como internacional— de tecnologías nuevas y adecuadas al

¹ La información recabada en 1974 por el inventario realizado por el CONACYT no permite hacer la separación de los investigadores y del gasto entre las diversas actividades que se incluyen en la investigación en recursos marinos. La información sobre este tema está comprendida en los rubros de recursos renovables y fenómenos y parámetros naturales, de esta manera, el número de investigadores equivalentes a tiempo completo que captó la encuesta fue de quince, los cuales trabajaban en cinco unidades de investigación. El gasto promedio por investigador era de 910.7 mil pesos anuales, cifra muy superior al promedio nacional que era de 370.2 mil pesos anuales. El volumen de recursos canalizados a la IADE en el sector ascendió a 13 661 miles de pesos anuales y el gasto promedio por unidad fue de 2 732.2 miles de pesos anuales.

desarrollo interno, aumentar la disponibilidad de agua en las regiones con serias restricciones actuales y con potencial de desarrollo, en particular en las zonas marginadas; desarrollar metodologías para la planeación del mejor uso del agua en los distritos de riego y en otras zonas agropecuarias del país; vincular la investigación del recurso agua con la de los demás recursos renovables para poder planear integralmente el desarrollo del país; desarrollar tecnología adecuada a las necesidades del pequeño usuario del agua.

c. Objetivo en el área de suelos.

Llenar las amplias lagunas que persisten en el conocimiento de los suelos y de sus relaciones con los demás recursos renovables, de tal manera que se logre disponer de todos los elementos científicos y tecnológicos necesarios para el uso adecuado de este recurso, indispensable para la provisión de alimentos y otros satisfactores básicos de la creciente población del país.

d. Objetivo en la área de flora.

Alcanzar el nivel adecuado de conocimiento de este recurso renovable y aprovechar racionalmente su riqueza potencial con fines productivos y de satisfacción de las necesidades sociales y culturales de toda la población.

e. Objetivo en el área de fauna.

Evaluar los recursos faunísticos más importantes del país y desarrollar conocimientos para conservarlos y mejorarlos.

f. Objetivo en el área de recursos marinos.

Incrementar el conocimiento del mar y sus recursos con el fin de hacer un mejor uso de él, mejorar las condiciones para la navegación y lograr una más racional administración y explotación de este tipo de recursos naturales.

C. Lineamientos de política.

a. Lineamientos generales de política.

Para la consecución del objetivo general, el Primer Plan Nacional de Ciencia y Tecnología apoyará prioritariamente las siguientes actividades:

1. Levantamiento de inventarios de los recursos renovables, evaluación de sus existencias, estudio de los ciclos biológicos y de la dinámica de las poblaciones animales y vegetales de importancia ecológica y económica para el país.

2. Delimitación de las áreas ecológicas del país y estudios ecológicos por regiones, en particular de las zonas tropicales húmedas y de las zonas áridas. Esto permitirá determinar los mejores usos de sus recursos renovables y el manejo más adecuado de las mismas.

3. Investigaciones para encontrar usos a los recursos renovables subexplotados o no explotados y nuevos usos a los que se aprovechan actualmente.

4. Investigaciones interdisciplinarias, en distintas regiones del país, tendientes a conocer las relaciones entre el hombre y su medio ambiente: la adaptación del hombre al medio y la transformación que su actividad produce en éste, incluyendo estudios sobre los patrones de uso y conservación de recursos naturales de los distintos grupos de población.

5. Investigaciones acerca de los usos conflictivos de los recursos renovables y de las posibles tecnologías de explotación mixta que resuelvan estos problemas y aseguren un equilibrio ecológico en las áreas explotadas.

6. Estudios sobre los cambios ecológicos producidos como consecuencia de la construcción de grandes obras públicas y, en particular, de obras de almacenamiento, control y aprovechamiento del agua.

7. Evaluación de las reservas naturales y de los parques nacionales existentes para determinar los ecosistemas prioritarios en el establecimiento de nuevos parques nacionales, naturales, o áreas con carácter de reservas naturales, etc. Establecer un sistema de reservas bióticas que comprenda la más amplia representación de los ecosistemas existentes en el país, incluyendo parques marinos y especialmente ecosistemas y especies en peligro de extinción. Para el desarrollo y funcionamiento adecuado de este sistema, sería necesario que fuera manejado por un organismo público con recursos, jerarquía y autonomía suficientes para defender dichas reservas de los intentos de destrucción con fines de lucro particular.

8. Estudios sobre la legislación y la organización de las entidades gubernamentales con atribuciones en materia de aprovechamiento, preservación y desarrollo de recursos renovables. Estos estudios permitirían definir los cambios legales y administrativos necesarios para aprovechar mejor estos recursos y combatir la degradación del medio ambiente.

9. Establecimiento de los mecanismos necesarios para coordinar las actividades e investigaciones sobre ecología y recursos renovables.

10. Actividades científicas y tecnológicas orientadas al estudio y prevención de la contaminación ambiental.

11. Uso de los medios de comunicación masiva para educar a la población en materia de conservación y tratamiento de los recursos naturales y preservación del ambiente.

12. Establecimiento de un banco nacional de datos sobre recursos bióticos del país accesible a los diversos usuarios del área de ciencia y tecnología y al público en general.

13. Adecuación de los sistemas de enseñanza media y superior relacionados con la ecología y los recursos renovables a los requerimientos de recursos humanos altamente calificados del sector.

14. Fortalecimiento del Programa Indicativo de Ecología Tropical del CONACYT para que, una vez ajustados sus objetivos y lineamientos a los del Plan, apoye las actividades científicas y tecnológicas del sector.

b. Lineamientos de política en el área de recursos hidráulicos.

Para lograr el objetivo que se propone en el área de recursos hidráulicos, el Primer Plan Nacional de Ciencia y Tecnología apoyará prioritariamente las siguientes actividades.

1. Investigaciones científicas y tecnológicas orientadas a cuantificar las reservas hidráulicas existentes y potenciales, tanto respecto del agua superficial como subterránea, y a conseguir su aprovechamiento más adecuado desde el punto de vista de las necesidades generales del país.

2. Investigaciones científicas y tecnológicas con el propósito de: a) facilitar la distribución del agua de las regiones de mayor abundancia a las menos dotadas; b) aumentar el escurrimiento y hacer factible la recarga artificial de acuíferos; c) desarrollar medios artificiales para producir lluvia; d) desalar a costos económicamente aceptables el agua de mar; e) adaptar y desarrollar tecnologías adecuadas para la extracción y el manejo del agua, particularmente en las zonas áridas y semiáridas del país; f) hacer posible el empleo de aguas salobres para los cultivos resistentes a altas concentraciones salinas; y g) introducir las prácticas de recirculación del agua en el uso industrial.

3. Investigaciones científicas y tecnológicas orientadas a incrementar la eficiencia en el uso del agua, reducir su desperdicio y definir su uso óptimo y coordinado.

4. Investigaciones tecnológicas relacionadas con el control de inundaciones.

5. Actividades científicas y tecnológicas destinadas a medir la contaminación hidráulica y a proteger las aguas interiores y zonas costeras de la contaminación.

6. Estudios e investigaciones científicas y tecnológicas orientados a desarrollar métodos que permitan la reducción de los usos consuntivos superfluos, con el fin de satisfacer plenamente los usos de alto beneficio social.

c. Lineamientos de política en el área de suelos.

Para conseguir el objetivo propuesto en el área de suelos, el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología apoyará prioritariamente las siguientes actividades:

1. Elaboración de un inventario detallado de las tierras en explotación y de las tierras potencialmente disponibles para el aprovechamiento productivo o para su uso con otros fines sociales.

2. Unificación de los sistemas de clasificación de suelos y tierras y de la metodología correspondiente, con el fin de estructurar un programa nacional coordinado que permita integrar los trabajos de clasificación de suelos y tierras, la investigación de sus características y los trabajos cartográficos.

3. Desarrollo de programas específicos para el uso, manejo y conservación de suelos en zonas de temporal y zonas tropicales.

4. Elaboración en un plazo razonable de la carta de los suelos de toda la República, basada en una sola clasificación y con informaciones sobre sus características morfológicas, físicas, biológicas y químicas, informaciones que son necesarias para definir la política nacional de aprovechamiento de este recurso.

5. Designación de varias cuencas hidrológicas, en zonas ecológicamente distintas, como objetos de investigación experimental de los problemas de erosión, con el propósito de reunir y analizar los datos que permitan cuantificar el proceso de erosión y conocer sus variables bajo diferentes prácticas de uso de la tierra y en distintas condiciones ecológicas.

6. Estudio del proceso de regeneración de suelos bajo diferentes usos de la tierra y en diversas condiciones ecológicas, seleccionando cuencas hidrológicas en regiones áridas, templadas y tropicales.

7. Con base en el inventario correspondiente, elaboración de un programa de protección de suelos susceptibles de erosionarse y de recuperación y protección de suelos erosionados, y definir una política de uso de zonas sin suelo.

8. Estudios de la problemática de la química de suelos en las tierras del eje neovolcánico, en suelos calcáreos, en suelos ácidos de regiones tropicales, en suelos con exceso de sales solubles y/o sodio intercambiable, y estudios acerca de la aplicación de mejoradores para tales suelos y de su manejo más apropiado.

9. Actividades científicas y tecnológicas tendientes al estudio de la contaminación del suelo por desechos sólidos, aguas residuales, etc.

10. Investigaciones para captar azolves aprovechables con fines agrícolas.

11. Desarrollo de metodologías para la planeación del aprovechamiento de los suelos de cuencas hidrológicas.

12. Investigaciones sobre los distintos abonos orgánicos disponibles y sobre los resultados de su aplicación en diversas condiciones ecológicas.

13. Actividades científicas y tecnológicas conducentes a la actualización de las leyes sobre conservación y manejo de suelos.

14. Programas de formación de profesores, investigadores, técnicos y extensionistas para recuperar suelos salinos en los distritos de riego.

d. Lineamientos de política en el área de flora.

Para conseguir el objetivo propuesto en el área de flora, se apoyarán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Continuación del levantamiento de inventarios por regiones de la flora para hacer, posteriormente, los inventarios nacionales de este recurso renovable, integrando un banco nacional de datos.

2. Estudios tendientes a evaluar las existencias de la flora, según progresen los trabajos de inventarios regionales (como la Carta de Uso del Suelo de CETENAL), desde el punto de vista de las necesidades de su conservación y su posible uso para fines productivos.

3. Investigaciones taxonómicas y ecológicas de grupos florísticos de interés nacional.

4. Trabajos tendientes al establecimiento de un sistema de reservas ecológicas y jardines botánicos, en los que estén representados los principales tipos de vegetación existentes y las especies raras o en peligro de extinción.

5. Estudios tecnológicos de la flora de los bosques, orientados a fomentar, incrementar, enriquecer y mejorar los recursos forestales.

6. Apoyo a los herbarios y centros de información sobre la flora mexicana.

e. Lineamientos de política en el área de fauna.

Para conseguir el objetivo propuesto en el área de fauna, se apoyarán las siguientes actividades:

1. Inventario de la fauna nacional de interés económico.

2. Estudios de ciclos biológicos de especies marinas de interés comercial y evaluación de sus cambios poblacionales.

3. Investigación sobre control biológico de plagas y estudios sobre los ciclos biológicos de las mismas.

4. Estudios taxonómicos y ecológicos de grupos faunísticos de interés nacional.

5. Investigaciones tendientes a conservar especies raras o en peligro de extinción, en zoológicos regionales o en reservas ecológicas.

6. Investigaciones tendientes al fomento de la fauna silvestre.

7. Apoyo a museos y centros de investigación que contengan colecciones científicas.

f. Lineamientos de política en el área de recursos marinos.

Para lograr el objetivo que se propone en el área de recursos marinos, el Primer Plan de Ciencia y Tecnología apoyará prioritariamente las siguientes actividades:

1. Acciones encaminadas a recabar toda la información disponible hasta la fecha, tanto de fuentes extranjeras como nacionales, referente a los mares de México.

2. Estudios sobre las características del litoral, de la plataforma continental y de su lecho y subsuelo, desde el punto de vista de su aprovechamiento químico y minero, y de la utilización y productividad de sus recursos vivos.

3. Actividades e investigaciones orientadas al conocimiento de los mecanismos de sedimentación y formación de fondos marinos, necesarias para conocer la evolución de los litorales y desarrollar

métodos para conservarlos y proteger las costas de la erosión.

4. Actividades de información, documentación y difusión técnica y científica destinadas a mejorar la seguridad del tránsito marítimo, la construcción de las instalaciones portuarias y las actividades pesqueras, y a desarrollar industrias marítimas extractivas y de producción de energía.

5. Actividades de coordinación para elaborar aceleradamente las cartas marítimas que el país requiere.

6. Obtención de los datos oceanográficos necesarios para las expediciones y para los estudios de la zona costera.

7. Observaciones y mediciones morfológicas, geológicas, oceanográficas y biológicas indispensables para interpretaciones regionales y para evaluar y administrar los recursos.

8. Investigaciones tendientes a evaluar la ubicación, calidad y magnitud de los recursos marinos vivos y sus variaciones en el tiempo y en el espacio, que posibiliten una más racional administración de los recursos actualmente explotados y determinen las condiciones y posibilidades de explotación de recursos de utilidad conocida pero no aprovechados actualmente.

9. Investigaciones de especies poco conocidas y abundantes, orientadas a encontrar en ellas fuentes de alimentos, productos químicos, productos farmacéuticos y otros.

10. Fortalecimiento de las actividades de preclasificación de muestras biológicas y geológicas colectadas en el mar y en la zona costera, que proporcionen a los investigadores elementos de análisis e interpretación.

11. Establecimiento de un servicio para la prevención de la contaminación de los mares y costas.

12. Fortalecimiento del Programa Indicativo de Aprovechamiento de Recursos Marinos del CONACYT para que, una vez ajustados sus objetivos y lineamientos a los del Plan, apoye las actividades científicas y tecnológicas del sector.

2. Fenómenos naturales (meteorología, sismología, oceanografía y afines).

A. Situación actual.

Los fenómenos naturales han tenido siempre una gran influencia sobre las actividades humanas. En la actualidad se dispone de conocimientos suficientes para predecir y modificar algunos de ellos; sin embargo, los centros de observación y predicción de los fenómenos naturales que afectan al territorio nacional adolecen en conjunto de deficiencias en materia de equipo, financiamiento y recursos humanos.

La interpretación y predicción de los fenómenos meteorológicos ha sido motivo de una constante investigación a nivel mundial y en los últimos tiempos se han logrado grandes progresos. La meteorología moderna representa un importante caudal de conocimientos que, expresados mediante fórmulas matemáticas, se han vuelto cada día más manejables gracias a las computadoras.

En base de modelos matemáticos adecuados para trabajar con un gran número de variables, e integrados con el conocimiento de las leyes que rigen los cambios atmosféricos, es factible hoy día hacer el pronóstico meteorológico en los países donde se cuenta con una red suficiente de observatorios. Los medios de observación también han mejorado con rapidez extraordinaria; por ejemplo, el uso del radar y los satélites meteorológicos permite obtener una imagen completa de grandes extensiones de la superficie terrestre.

El pronóstico del tiempo no es la única aplicación útil de la meteorología. Gracias a los recientes adelantos en el campo del cálculo matemático y en el de la observación, se han abierto otras áreas de investigación meteorológica que están atrayendo el interés de los investigadores. Se destaca, entre otras, el área relativa a la difusión de partículas y de gases en la atmósfera, que tanta importancia ha adquirido con la contaminación del aire de las grandes urbes. Otro campo es el de la modificación del tiempo: existen fundadas esperanzas de producir lluvias controladas y modificar los sistemas nubosos asociados a las grandes perturbaciones atmosféricas, incluyendo la posibilidad de cambiar sus trayectorias en el futuro. Esto, a su vez, podría permitir actuar sobre rasgos meteorológicos más generales.

Por su localización entre la zona ecuatorial y la subtropical del hemisferio norte y entre dos océanos, México constituye un territorio privilegiado para la observación y experimentación en el campo de la física de nubes, de la química atmosférica y de fenómenos tales como huracanes, tormentas tropicales, heladas y sequías, que tanto afectan al sector agropecuario y al transporte marítimo y aéreo.

La República Mexicana muestra una distribución pluvial con lluvias abundantes en las regiones del sureste y régimen pluviométrico muy irregular y variable de un año a otro en el norte y el oeste del país. Las heladas y la humedad excesiva en los valles altos representan también aspectos meteorológicos de suma importancia para la producción agrícola.

Si se comprende el real valor de los pronósticos del tiempo para la agricultura, el aprovechamiento de los recursos pecuarios, la seguridad de las comunicaciones y la protección de la población y de los bienes materiales, resulta evidente la importante repercusión socioeconómica que el desarrollo de la meteorología puede tener.

La Ley de Secretarías de Estado (1o. de enero de 1959) asigna a la Secretaría de Agricultura y Ganadería la responsabilidad de desarrollar servicios meteorológicos y climatológicos, creando el sistema meteorológico nacional, y de cumplir con los compromisos internacionales en la materia; y a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la de establecer los servicios meteorológicos destinados a la información y seguridad de la navegación aérea. La Ley Orgánica del Ejército y la Fuerza Aérea Mexicana (15 de abril de 1971) crea el Servicio Meteorológico Militar, que tiene por objeto proporcionar a la Fuerza Aérea y al Ejército la información meteorológica que requieren para sus operaciones. Además, en ejercicio de funciones conexas, participan de manera aislada otras secretarías o instituciones autónomas que realizan labores similares, particularmente en el ámbito de la observación de parámetros meteorológicos.

La Secretaría de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección General de Geografía y Meteorología, lleva a cabo pronósticos para servicio al público, especialmente para la agricultura, y realiza

informes climatológicos. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por medio de Radio Aeronáutica Mexicana, S.A. (RAMSA), proporciona información meteorológica para las operaciones del transporte aéreo. Para la difusión de pronósticos meteorológicos con fines aeronáuticos, RAMSA y las compañías aéreas asociadas, mantienen una oficina meteorológica principal en la Ciudad de México, cinco oficinas suplementarias en provincia y operan sesenta y seis estaciones meteorológicas ubicadas en los aeropuertos del país. La Secretaría de Recursos Hidráulicos realiza actividades de medición de precipitaciones y de temperatura del aire, que son factores necesarios para la planeación, desarrollo y operación de las estructuras de captación, control y distribución del agua. Finalmente, la Comisión Federal de Electricidad realiza una labor meteorológica propia, orientada a satisfacer necesidades de la industria eléctrica.

La Secretaría de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Geografía y Meteorología, controla el Centro Nacional de Previsión en la Ciudad de México y dos centros regionales, uno en Veracruz, Ver., y otro en Mazatlán, Sin. Para el cumplimiento de sus funciones cuenta con 9 estaciones de radiosondeo-viento, una red de 54 observatorios de superficie y con 486 estaciones termoplumiométricas. La Secretaría de Recursos Hidráulicos, mediante la Dirección General de Distritos de Riego y las comisiones ejecutivas, tiene funcionando actualmente 2 300 estaciones climatológicas ordinarias y unas 1 100 hidrométricas, que proporcionan información para los objetivos específicos de dicha Secretaría. La Comisión Federal de Electricidad tiene a su cargo 900 estaciones termoplumiométricas. La Secretaría de la Defensa Nacional cuenta con 23 estaciones meteorológicas, localizadas principalmente en bases aéreas. La Secretaría de Relaciones Exteriores posee aproximadamente 25 estaciones que dependen de la Comisión Internacional de Límites y Aguas. Además, las compañías de aerotransporte mantienen unas 50 estaciones meteorológicas ubicadas, principalmente, en o cerca de los aeropuertos de la República Mexicana.

El desarrollo de la meteorología en distintas instituciones y con propósitos diversos y la ausencia de coordinación entre las mismas, ha propiciado duplicación de actividades y deficiencias en los servicios. Además, como tampoco se impusieron normas comunes a todos los servicios, hay serios problemas

para utilizar la información y grandes diferencias en los pronósticos. Con el objeto de buscar solución a estos problemas, se creó, en abril de 1973, la Comisión Intersecretarial del Sistema Meteorológico Nacional, integrada por representantes de las secretarías de Relaciones Exteriores, de la Defensa Nacional, de Marina, de Agricultura y Ganadería, de Comunicaciones y Transportes; de Recursos Hidráulicos y de la Presidencia. Entre las funciones de la Comisión se destacan el establecimiento de políticas para la adecuada coordinación de las actividades y servicios meteorológicos, la proposición de normas para la eficiente prestación de los mismos y el estímulo para la formación de meteorólogos.

Los trabajos de la Comisión se han concentrado en los siguientes aspectos: la formación de personal a los diferentes niveles de preparación académica; la integración de las redes de observación sinóptica, climatológica, agroclimatológica y para fines especiales, mediante el establecimiento del Sistema de Vigilancia Meteorológica Nacional; el análisis de las necesidades de telecomunicaciones meteorológicas a corto, mediano y largo plazos, estableciendo el Sistema de Telecomunicaciones Meteorológicas; el análisis de los aspectos de procesamiento y preparación de la información en tiempo real y diferido; la publicación y difusión de la información meteorológica.

El CONACYT puso en marcha el Programa Nacional Indicativo de Meteorología en abril de 1974, con la finalidad de contribuir a la investigación científica del medio atmosférico.

Este programa pone especial interés en la formación de recursos humanos necesarios en cantidad y calidad para modernizar el sistema meteorológico, mejorar su eficiencia y aumentar su integración. En esta tarea cuenta con la colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Promueve también proyectos de infraestructura y fomento, de mejoramiento de los servicios de apoyo y proyectos específicos de investigación, que desarrolla en forma coordinada con el Consejo Internacional de Uniones Científicas y la Organización Meteorológica Mundial.

En lo que se refiere a política de desarrollo meteorológico, el énfasis se ha puesto en el desarrollo de la infraestructura de los servicios, con el fin de satisfacer los requerimientos de información me-

teorológica básica y preparada para cada una de las actividades del país que tienen relación o se ven afectadas por los fenómenos meteorológicos, y cumplir con las responsabilidades internacionales, de acuerdo con la política del país en la materia.

El sistema de observación que se ha proyectado incluye los siguientes elementos: la red sinóptica básica, que estará integrada por estaciones sinópticas de superficie, con un mínimo de 100 observatorios; la red sinóptica de altura, que se integrará con 14 estaciones de radio-sondeo-viento; una estación receptora de imágenes de satélite meteorológico, en operación; una red de estaciones climatológicas, en operación; una red agrometeorológica, integrada por 40 estaciones del tipo auxiliar, 64 del tipo ordinario y 10 del tipo principal; un sistema de telecomunicaciones meteorológicas, en operación; y un sistema de preparación de la información meteorológica, en tiempo real y diferido. Se trata, en la mayor parte de los casos, de desarrollar redes para las cuales ya existe una infraestructura.

La escasez de recursos humanos capacitados es uno de los más serios obstáculos para el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de los servicios meteorológicos nacionales. En 1972 se estimaba que para tener un buen servicio era necesario disponer como mínimo de: 50 supervisores (Clase I: personas con educación a nivel universitario, con preparación en matemáticas y física y que han completado un curso de meteorología), 300 procesadores (Clase II: personas con educación de nivel medio, con algún conocimiento de matemáticas y física y que hayan completado un curso de meteorología), 400 observadores calificados (Clase III: personas con educación de nivel medio, con entrenamiento en meteorología para utilizar las estadísticas de observaciones y con entrenamiento para manejar los instrumentos de observación) y 2 000 observadores meteorologistas (Clase IV: personas con entrenamiento suficiente para observar los fenómenos meteorológicos con precisión y objetividad, y que entiendan la importancia de las tareas rutinarias que desempeñan); sin embargo, del personal que en ese entonces trabajaba en los servicios solamente 5 habían recibido entrenamiento de clase I, 35 de clase II, 75 de clase III, 85 de clase IV y 930 no tenían siquiera la preparación elemental. Lo más grave de todo esto es que la situación no parece haber mejorado sustancialmente en los últimos años.

La formación de meteorólogos en México se llevó a cabo durante muchos años únicamente a nivel subprofesional y se concentró en dos instituciones: el Centro Internacional de Adiestramiento de Aviación Civil y la Escuela Militar de Especialistas de la Fuerza Aérea Mexicana (EMEFA), los cuales preparan observadores meteorologistas, aerologistas, ayudantes de observador, previsores del tiempo y previsores meteorologistas de aeronáutica. La carrera de meteorología en la EMEFA dura siete años, y se requieren dos años para obtener el grado de observador meteorologista, dos años para el grado de aerologista y tres años para el grado de meteorólogo. En las dos instituciones la orientación predominante es hacia la meteorología aeronáutica, con escasa atención a la meteorología para otros fines. La Dirección General de Geografía y Meteorología (SAG) se ha dedicado a formar observadores meteorologistas; hasta la fecha se han graduado 144 estudiantes. Recientemente se creó la licenciatura en meteorología en la Universidad Veracruzana, y está en proyecto la creación de una licenciatura en ciencias atmosféricas en la UNAM. A pesar de que no se cuenta con una licenciatura en meteorología, la UNAM imparte, desde 1970, la maestría en ciencias geofísicas, que incluye opcionalmente especialidades en ciencias atmosféricas, geofísica de exploración y sismología y física del interior de la tierra. A la fecha sólo han egresado seis alumnos de esta maestría con especialidad en ciencias atmosféricas. Existe también un proyecto para la creación del doctorado en estas especialidades, el que deberá ser evaluado cuidadosamente. De 1970 a 1975, la UNAM ha otorgado 25 becas en el área de geofísica.

El escaso interés por estas carreras se refleja en el hecho de que en los últimos cinco años, de 3 524 becas académicas otorgadas por el CONACYT, sólo tres fueron dedicadas al campo de la meteorología: una para doctorado y dos para entrenamiento técnico.

En 1974 había 26 personas (18 equivalentes) realizando actividades de investigación y desarrollo en el área de fenómenos y parámetros naturales de la atmósfera, de las cuales había 7 con formación en geofísica (27%), 6 en geografía (23%), 5 en geología (19%), 3 en física (11.5%), 2 en ingeniería (7.7%), 1 en biología, 1 en matemáticas y 1 en economía. El insuficiente número de investigadores iba asociado a un reducido presupuesto: el gasto en investigación y desarrollo era de aproximadamente 5.3 millones de

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN FENOMENOS NATURALES DE LA ATMOSFERA 1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	8	33.3	4	23.5	4	57.1
Maestría	6	25.1	4	23.5	2	28.6
Especialización	2	8.3	2	11.8	0	0.0
Licenciatura	8	33.3	7	41.2	1	14.3
Total	24	100.0	17	100.0	7	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18

pesos. Las instituciones que realizaban una actividad más intensa de IDE en esta área eran: el Instituto de Geofísica (UNAM), la Dirección General de Geografía y Meteorología (SAG) y, en menor escala, el Instituto de Geografía (UNAM) (véase cuadros 1, 19 y 22).

En el subsector había 17 investigadores equivalentes en 1974. El gasto promedio por investigador equivalente era de 413.2 mil pesos, superior al promedio nacional de 370.2 mil pesos. Del total de 24 investigadores absolutos, el 33.3% tenía estudios a nivel de doctorado, el 25.1% de maestría, el 8.3% de

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN FENOMENOS NATURALES DE LA ATMOSFERA 1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	6 900	0.4	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 380.0	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	5	0.4	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	413.2	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	16.7	0.4	3. Promedio de investigadores ETC por unidad.	3.3	3.4

1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82 % del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadros 1, 9, y 10

especialización y el 33.3% de licenciatura (véase Cuadro 18). Sólo 1 unidad de investigación tenía más de 10 investigadores, en tanto que casi el 67% de las unidades tenían menos de 4 investigadores cada una y concentraban el 16.8% de los investigadores equivalentes.

En estas condiciones, no es extraño que los servicios meteorológicos no atiendan muchas tareas de interés actual relacionadas con la contaminación atmosférica, la estimulación de lluvia y otros fines específicos, que requieren alto nivel de conocimientos tecnológicos en el campo de la climatología y la meteorología para que sus resultados puedan ser aplicados eficazmente a los sectores agrícola, pecua-

rio, pesquero y de transporte. Los recursos materiales de que disponen los servicios meteorológicos actualmente en operación son inadecuados y no se obtiene de ellos un rendimiento óptimo debido a la duplicación de actividades. Además, la red de estaciones de observación, la red de telecomunicaciones y los servicios de cómputo no satisfacen todavía las necesidades de análisis y pronóstico derivadas de una concepción moderna e integral de la meteorología.

La planeación de las actividades marítimas requiere de información sobre las condiciones del tiempo. Sin embargo, durante muchos años sólo se ha contado en el país con la escasa información

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE
INVESTIGADORES EN FENOMENOS NATURALES DE LA ATMOSFERA.**

1974.

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase.	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	3 ²	60.0	5	20.8
De 5 a 10 investigadores	1	20.0	8	33.3
De 11 a 20 investigadores	1	20.0	11	45.9
De 21 ó más investigadores	0	0.0	0	0.0
Total	5	100.0	24	100.0
¹ Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ² Incluye 3 unidades con cero investigadores según la definición de 1. FUENTE: Cuadros 9 y 10				

meteorológica proporcionada por algunas embarcaciones y estaciones automáticas dispersas en los océanos. La Secretaría de Marina operaba en 1975 diez estaciones meteorológicas en el Golfo y en el Pacífico, las cuales resultan claramente insuficientes para una demanda en constante crecimiento de este tipo de servicios.

En general, la obtención de datos oceanográficos en las zonas costeras y oceánicas del país se inició hace relativamente poco tiempo, y se ha concentrado sobre todo en el Golfo de México y en el

Mar Caribe. No se ha sistematizado toda la información recogida hasta ahora.

La Secretaría de Marina, a través de la Dirección General de Oceanografía y Señalamientos Marítimos, ha cumplido una función importante en el desarrollo de los estudios oceanográficos, colabora con las instituciones que realizan investigación y participa en el servicio mareográfico nacional. En 1973 estableció un Centro de Datos Oceanográficos con el objeto de integrar el archivo de información oceanográfica nacional. Mediante este Centro, se

propone: adquirir, procesar y preservar toda la información oceanográfica que se genere en el país y la disponible en el extranjero; establecer procesos que aseguren precisión y calidad general de los datos incorporados; preparar resúmenes informativos, tablas y atlas que den información sobre las condiciones oceanográficas mensuales o anuales por estaciones; y realizar intercambio de datos dentro del país y con el extranjero. A pesar de la importancia que han adquirido las actividades marítimas y de las necesidades de información y control que se derivan de la gran extensión del mar patrimonial, los servicios oceanográficos y la información disponible son sumamente raquíuticos.

En lo que se refiere a información mareográfica, el Instituto de Geofísica opera y mantiene, en colaboración con la Secretaría de Marina, una red nacional de estaciones registradoras que comprende los puertos más importantes del país: en el Océano Pacífico operan veinte estaciones mareográficas y diez en el Golfo de México y el Mar Caribe. Con los datos obtenidos el Instituto elabora para la Secretaría de Marina tablas de predicción de mareas para los principales puertos mexicanos de ambas costas.

La información disponible sobre oleajes y corrientes proviene de estudios dispersos y es absolutamente exigua frente a los requerimientos nacionales. En la actualidad no existe un servicio integral de predicción que cubra totalmente las costas mexicanas.

La elaboración de cartas marítimas es de vital importancia para este tipo de actividades; sin embargo, los esfuerzos realizados hasta la fecha han sido insuficientes y faltos de coordinación. Por una parte, la Secretaría de Marina ha publicado 20 cartas náuticas que cubren todas las costas del país, de las cuales 12 son reproducciones de cartas elaboradas por la Oficina de Oceanografía de los Estados Unidos. Por otra, las secretarías de Recursos Hidráulicos, del Patrimonio Nacional, de Obras Públicas, PEMEX, CFE y otras entidades elaboran sus propias cartas, sin que exista una estrecha coordinación interinstitucional.

El lento desarrollo de la oceanografía nacional está determinado en buena medida por la escasa tradición de la investigación científica sobre el mar, y la poca que se hace se centra en estudios de tipo

biológico. Además, es notoria la escasez de recursos humanos. Hasta hace poco tiempo, la enseñanza de las ahora denominadas ciencias marítimas se realizaba como una actividad ancilar: en algunas carreras se impartían materias relacionadas con el espacio marítimo y se impulsaba a los egresados a hacer sus tesis sobre esos temas. Sólo recientemente se han establecido carreras orientadas de manera específica a la formación de recursos humanos para las actividades de investigación marítima. Entre las instituciones que impulsan la oceanografía, destaca el recién creado (1973) Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada.

El CONACYT ha concedido 26 becas académicas y 9 de especialización técnica para estudios en oceanología, las cuales representan el 0.6% de las becas otorgadas hasta enero de 1976. Conviene señalar, sin embargo, que solamente parte del esfuerzo en oceanología se encauza a la oceanografía, es decir, el número de becas es superior al de las personas que efectivamente se forman en esta última disciplina.

En 1974, 37 personas realizaban estudios sobre los aspectos generales de los fenómenos marítimos (26 equivalentes), de las cuales había 7 con formación en oceanografía (21.8%), 6 en biología (18.7%), 5 en física (15.6%), 4 en geofísica (12.5%), 3 en ingeniería (9.3%), 2 en biblioteconomía (6.2%), 1 en astronomía, 1 en ciencias políticas y 1 en economía. Del total absoluto, 16 trabajaban en instituciones del Gobierno Federal y el resto en instituciones de enseñanza superior públicas. Los recursos financieros aplicados a estas actividades eran bastante reducidos: las 5 unidades de investigación y desarrollo existentes gastaron 10.5 millones de pesos en 1973. Estas unidades pertenecían a la Dirección de Oceanografía y Señalamientos Marítimos (Secretaría de Marina), al Instituto de Geofísica (UNAM), al Centro de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM) y al Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada (véase cuadros 1, 10 y 22).

En 1974 había 22 investigadores que realizaban estudios sobre los fenómenos marítimos (15 equivalentes), 5 con nivel de doctorado, 10 de maestría, 1 de especialización y 6 de licenciatura. La mayoría de las unidades de investigación, el 60%, tenían menos de 4 investigadores cada una y concentraban el 26% de los investigadores equivalentes del subsector.

El gasto promedio por investigador equivalente en 1974 fue de 910.7 mil pesos, superior al promedio nacional de 370.2 mil pesos (véase cuadros 1, 9, 10 y 18).

El estudio de los fenómenos sísmicos es otra área en donde la capacidad nacional actual es insuficiente. Los estudios sismológicos permiten determinar el riesgo sísmico en las distintas regiones de la tierra. La importancia de este tipo de investigaciones en el país es fácilmente explicable si se reconoce que México está situado en la intersección de tres grandes placas continentales: la de las Américas, la del Pacífico y la de Cocos. De hecho nuestro país puede considerarse como una zona de alto riesgo sísmico, puesto que forma parte del cinturón circumpacífico, en donde se genera cerca del 75% de la energía sísmica del mundo.

Los datos sismológicos se obtienen y recopilan a través de estaciones registradoras. En la actualidad, el servicio sismológico nacional cuenta con 29 estaciones registradoras, que trabajan aisladas y que envían sus registros por correo a la estación central. La red sísmica permite localizar solamente temblores de magnitud superior a 5 grados en cualquier parte del territorio mexicano, con una incertidumbre en la localización del epicentro de hasta 100 kilómetros en casos extremos. El sistema de registros aislados provoca imprecisión en la cronometría de los fenómenos y dificultades en el procesamiento de los datos.

Las investigaciones para mejorar el conocimiento de los fenómenos sísmicos son de fundamental importancia para el país. Se sabe poco respecto a la estructura de la corteza terrestre del territorio: no se conoce con exactitud el número de capas que la componen y el espesor y rigidez de éstas; se sabe muy poco sobre la localización y distribución de las fallas sísmicamente activas, con excepción de las ubicadas al norte de Baja California; se desconoce el espesor y el ángulo de penetración con que se hunde la placa de Cocos bajo la costa del Océano Pacífico y la distribución de la sismicidad a lo largo del Eje Volcánico. La regionalización sísmica del país, de utilidad para la construcción de viviendas y de obras civiles e industriales, se basa en datos inadecuados e insuficientes, que han producido un retraso en la elaboración de normas y códigos de construcción apropiados a cada zona.

El servicio sismológico nacional está ubicado en el Instituto de Geofísica (UNAM). La ubicación de este servicio en un instituto de investigación ha alentado los estudios sobre sismología y facilitado la formación de recursos humanos. El Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada tiene a su cargo la operación de ocho estaciones registradoras ubicadas en el Golfo de California y recientemente ha comenzado a integrar un equipo de investigadores en sismología.

La capacidad nacional para realizar investigación y desarrollo en sismología no era mayor en 1974 que la existente para meteorología y oceanografía. En este año solamente 24 personas (19 equivalentes) realizaban estudios científicos sobre los fenómenos geofísicos de la tierra sólida, de las cuales había 12 con formación en geofísica (50%), 3 en física (12.5%), 3 en matemáticas (12.5%), 3 en oceanografía (12.5%), 2 en ingeniería (8.3%) y 1 en geología. El gasto asociado a esas actividades fue en ese año de aproximadamente 11 millones de pesos y las investigaciones se concentraron en el Instituto de Geofísica y el Centro de Investigación Científica y Enseñanza Superior de Ensenada (véase cuadros 1 y 19).

Del total de 22 investigadores (16 equivalentes) que había en este subsector en 1974, 6 tenían nivel de estudios de doctorado, 5 de maestría, 3 de especialización y 8 de licenciatura. Ninguna de las 8 unidades existentes de investigación contaba con más de 10 investigadores. El gasto promedio por investigador equivalente para ese mismo año fue superior al promedio nacional: 875.6 y 370.2 miles de pesos respectivamente (véase cuadros 1, 9, 10 y 18).

En cuanto a la formación de recursos de alta calificación en ciencias relacionadas con la sismología, el CONACYT había otorgado hacia principios de 1976, 9 becas de doctorado, 24 de maestría y 5 para especialización técnica en diversas ramas de la geofísica. Este es un panorama un tanto mejor que el que se presenta en meteorología y oceanografía, sin embargo, sólo una fracción no conocida de los recursos humanos que se forman en geofísica se dedican a la sismología.

La evaluación de las condiciones de la red sísmica actual y la necesidad de contar con un servicio

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN FENÓMENOS NATURALES DE LA TIERRA 1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	6	27.3	2	12.5	4	66.6
Maestría	5	22.7	4	25.0	1	16.7
Especialización	3	13.6	2	12.5	1	16.7
Licenciatura	8	36.4	8	50.0	0	0.0
Total	22	100.0	16	100.0	6	100.0
1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. FUENTE: Cuadro 18.						

sismológico más eficiente y adecuado a las necesidades del país, condujo al CONACYT, al Instituto de Geofísica y a diversas secretarías de Estado a impulsar un proyecto de modernización de la red sismológica nacional. La solución propuesta fue crear una red sísmica de gran amplitud, cuya instalación ya se

ha iniciado.

La existencia de esta red (Red Sismológica Mexicana de Amplitud Continental, RESMAC) permitirá obtener, en menor tiempo y con mayor precisión, la información necesaria para conocer el riesgo

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN FENÓMENOS NATURALES DE LA TIERRA. 1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	14 009	0.8	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 751.1	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	8	0.6	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos).	875.6	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	16.0	0.3	3. Promedio de investigadores ETC por unidad.	2.0	3.4
1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología. 2 El dato incluye también unidades con cero investigadores. 3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo. FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN FENOMENOS NATURALES DE LA TIERRA				
1974				
CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	6 ²	75.0	11	50.0
De 5 a 10 investigadores	2	25.0	11	50.0
De 11 a 20 investigadores	0	0.0	0	0.0
De 21 ó más investigadores	0	0.0	0	0.0
Total	8	100.0	22	100.0
1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. 2. Incluye cero unidades con cero investigadores según la definición de 1. FUENTE: Cuadros 9 y 10.				

sísmico de cada lugar y para proceder a la regionalización del país desde este punto de vista; abarcará toda la superficie del territorio nacional y, por lo tanto, será la de mayor apertura en el mundo, y estará destinada a la detección y localización precisa e inmediata de los temblores que ocurran en cualquier punto del país y en naciones vecinas; permitirá, además, detectar maremotos y erupciones volcánicas; y facilitará la localización y prospección de minerales y energéticos.

El sistema RESMAC consiste en un conjunto de estaciones remotas ligadas entre sí por la Red Nacional de Microondas, que permitirá la detección casi instantánea, haciendo posible el estudio de los fenómenos sísmicos con todo detalle en el espacio y en el tiempo. Se podrá localizar con bastante precisión y en un plazo de aproximadamente cinco minutos el epicentro de cualquier temblor que tenga una intensidad de 4 ó más grados en la escala Richter y que ocurra en México o en sus mares adyacentes. Este umbral se podrá reducir a 3.5 grados para las zonas de mayor actividad sísmica. En síntesis, se obtendrá información instantánea y correcta sobre la mayoría de los temblores que se registren en México y en los países vecinos.

B. Objetivo.

Contribuir a mejorar el conocimiento de los fenómenos que ocurren en la atmósfera y en los medios terrestres y marítimos del territorio nacional, y aumentar la capacidad y calidad de los servicios de predicción de dichos fenómenos, con el propósito de hacer más seguros y eficientes los transportes terrestre, aéreo y marítimo; prevenir oportunamente desastres naturales; y posibilitar una mejor planeación de las actividades productivas, particularmente de las agropecuarias y pesqueras.

C. Lineamientos de política.

Para cumplir con este objetivo, se promoverán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Integración y modernización del Sistema Meteorológico Nacional para que responda a los requerimientos generados por el desarrollo del país y por la cooperación internacional en la materia. Esto implica la unificación de criterios, sistemas y procedimientos de análisis, y el desarrollo de la infraestructura que sirve de apoyo a los servicios meteorológicos para aumentar su eficiencia.

2. Actividades de ciencia y tecnología tendientes a incrementar la capacidad de los servicios meteorológicos nacionales, principalmente la adopción y el desarrollo de técnicas modernas para el pronóstico del tiempo a corto, mediano y largo plazos; la ampliación de la red de telecomunicaciones meteorológicas; y la adaptación y mejoramiento de los observatorios continentales, insulares, marítimos y espaciales.

3. Investigaciones sobre los fenómenos de contaminación atmosférica: origen, características y consecuencias.

4. Estudios que posibiliten la modificación de las condiciones climáticas de zonas de importancia para el país; que concurren a acrecentar la precipitación pluvial, reducir el granizo, eliminar rayos, pronosticar con más precisión los ciclones y heladas, y reducir las neblinas en los aeropuertos.

5. Fortalecimiento del Programa Indicativo de Meteorología del CONACYT para que, una vez ajustados sus objetivos y lineamientos a los del Plan, apoye las actividades científicas y tecnológicas del sector.

6. Investigaciones de micro y mesoclimas en campos de cultivo, bosques, lagunas y esteros.

7. Investigaciones sobre la repercusión de los cambios climáticos en las actividades humanas.

8. Investigaciones sobre mareas y corrientes cercanas a nuestro país y elaboración permanente de mapas de oleaje que muestren la distribución prevista a corto, mediano y largo plazos, de la altura, período y dirección de las olas.

9. Estudios para la predicción de vientos violentos, incluidas las tormentas tropicales, los huracanes y otros fenómenos de alto riesgo.

10. Mejoramiento permanente del Servicio Sismológico Nacional.

11. Estudios orientados a determinar la estructura de la corteza terrestre en el territorio nacional.

12. Localización y estudio de las fallas sísmicamente activas.

13. Elaboración de mapas de regionalización sísmica y de distribución de la intensidad sísmica.

14. Estudios de riesgo sísmico para localidades específicas.

15. Estudios y elaboración de catálogos de temblores, volcanes activos y maremotos.

16. Entrenamiento de los recursos humanos para el desarrollo del sistema meteorológico y de los estudios oceanográficos y sismológicos.

17. Estudios de contaminación de las aguas oceánicas adyacentes a las costas del país.