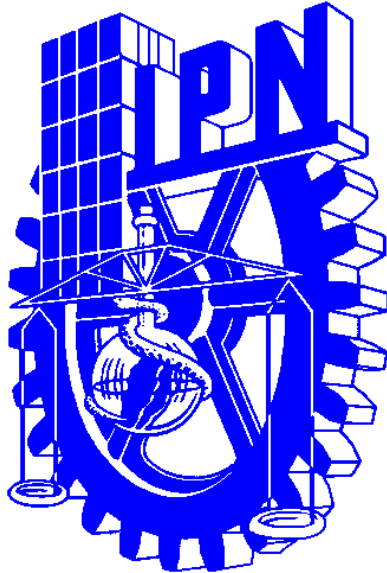


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. UNIDAD
ZACATENCO
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DE LA
INGENIERÍA HIDRÁULICA EN MÉXICO.
PROPUESTA DE TEMAS DE INVESTIGACIÓN E
INDICADORES

PRESENTA: ISAAC VACA BADILLO

DIRECTOR DE TESIS: DR. SERGIO CRUZ LEÓN

Marzo 2004



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CGPI-14

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 18:00 horas del día 10 del mes de noviembre del 2003 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de ESIA-ZAC. para examinar la tesis de grado titulada: **"Investigación y Posgrado de la Ingeniería Hidráulica en México, Propuesta de Temas de Investigación e Indicadores"**

Presentada por el alumno:

VACA

Apellido paterno

BADILLO

materno

ISAAC

nombre(s)

Con registro:

8	7	0	7	7	6
---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de:

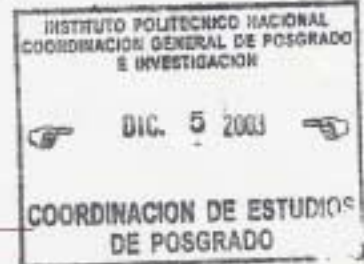
Maestro en Ciencias con especialidad en Hidráulica

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis

Dr. Sergio Cruz León



Dr. Miguel Angel Vergara Sánchez

Dr. Juan Manuel Navarro Pineda

Dr. Flopontro Martínez Austria

Dr. Pedro Francisco Rodríguez Espinosa

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

M. en T. Felipe López Sánchez



AGRADECIMIENTOS

- A la memoria del Ing. Josué Cornejo Velasco y del Ing. Luis E. Salinas Quinard.
- Con mucho afecto al Dr. Sergio Cruz León, destacado investigador y directivo, por su dedicación en la dirección de este trabajo y por brindarme la oportunidad de compartir tiempo, ideas, reflexiones y trabajo. Con gratitud y reconocimiento para los miembros de la Comisión revisora de la tesis y del jurado del examen de grado, todos ellos con un gran reconocimiento en la docencia, la investigación aplicada y el desarrollo experimental, en el ámbito de la ingeniería hidráulica, por lo cual fue un honor haber sido examinado por ellos:
- Dr. Juan Manuel Navarro Pineda, brillante emprendedor, a quien debo además mi incorporación al IPN y que me ha brindado siempre su invaluable apoyo.
- Dr. Miguel Ángel Vergara Sánchez líder natural en el ámbito de la ingeniería hidráulica, estimado profesor y ejemplo de superación profesional y académica, así como de la calidad en el trabajo.
- Dr. Polioptro Martínez Austria, alto funcionario de la Comisión Nacional del Agua, presidente de la Asociación Mexicana de Ingeniería Hidráulica, reconocido por su autoridad en el ámbito hidráulico gracias a su experiencia profesional y preparación académica, quien tuvo a bien dedicarnos un espacio para compartir este trabajo.
- Dr. Pedro Francisco Rodríguez Espinosa, especialista en el tema, por su contagioso entusiasmo y sus oportunas recomendaciones.
- Al M. en C. Felipe López Sánchez por su invaluable amistad y apoyo de siempre.
- A la Dra. Ma. De la Luz Valderrábano por sus comentarios y sugerencias en los aspectos metodológicos de esta tesis.
- Al M. en C. Jaime Roberto Ruiz y Zurbia Flores por su apoyo y participación como sinodal.
- A mis padres Isaac Vaca Juárez y Raquel Badillo López por enseñarme con su ejemplo el valor del amor; de pensar y actuar con congruencia y actitud crítica propositiva; de ser diferente e inconforme, asumiendo los riesgos y beneficios de este actuar; de buscar la superación personal considerándome como primera referencia en esa búsqueda.
- A Pilar, cómplice de sueños y realidades, fuente de vida y enseñanza de amor. Dulce compañía que estimula la continuación de este viaje, con su riqueza de aromas, empeños y planes; ágil inteligencia que ejercita la esgrima cotidiana. A mis hijos Isaac y Pily, mensajes claros de que Dios existe, les reconozco su paciencia para enseñarme y su tolerancia para comprender mis limitaciones. Motores de mi vida, con la sabiduría que solo ellos pueden obsequiar. Genio y Ternura así los llamo yo.
- A mis hermanas, hermanos, cuñadas y cuñados con sus respectivas familias, por su apoyo y solidaridad en todo momento. A la Sra. Pilar Espallargas Monterde por su gran capacidad de ofrecer comprensión y amor. Al biólogo Ignacio Piña Luján, por su legado.
- A familiares, compañeros de trabajo y amigos, de los cuales presumo que tengo muchos y a los cuales trato siempre de corresponder.

ÍNDICE

RELACIÓN DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS	vi
GLOSARIO	ix
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	10
CAPÍTULO I. LOS RECURSOS HÍDRICOS. ANTECEDENTES	14
CAPITULO II. LA INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA EN MÉXICO	45
CAPITULO III .EL POSGRADO EN LA INGENIERÍA HIDRÁULICA EN MÉXICO	90
CAPITULO IV. LA INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA EN EL IPN	106
CAPITULO V. EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y DEL POSGRADO	122
RESULTADOS Y PROPUESTA	134
CONCLUSIONES	168
SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS	175
BIBLIOGRAFÍA Y DIRECTORIO DE PÁGINAS ELECTRÓNICAS	177
ANEXO A. DATOS DE USO Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA	185
ANEXO B. SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA NACIONAL EN INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL CONACYT	188
ANEXO C. DATOS SOBRE POBLACIÓN ESCOLAR DEL NIVEL POSGRADO EN MÉXICO	200
ANEXO D. DATOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL IPN	209
ANEXO E. EVALUACIÓN DEL POSGRADO	210
ANEXO F. DATOS RELACIONADOS CON LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA	214

ANEXO G. INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA IMTA. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2003.	219
ANEXO H. GRUPOS MEXICANOS DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN HIDRÁULICA	223
ANEXO I. EJEMPLOS DE PRODUCTOS RELEVANTES DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA HIDRÁULICA	234

RELACIÓN DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

NOMBRE DE LA TABLA, GRÁFICA O FIGURA	PÁGINA
INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	
<i>O.1 Proceso de investigación para la realización de la tesis</i>	11
CAPÍTULO I.	
<i>Gráfica I.1 Disponibilidad de agua en el mundo</i>	15
<i>Figura I.1 Extracción mundial del agua como un porcentaje del total disponible</i>	16
<i>Gráfica I.2 Consumo mundial del agua</i>	17
<i>Gráfica I.3 Cuencas transfronterizas por continente</i>	18
<i>Figura I.2 Mapa orográfico de México en relieve</i>	32
<i>Gráfica I.4 Precipitación media anual en México (1941- 2000)</i>	33
<i>Figura I.3 Disponibilidad anual promedio de recursos hídricos en México</i>	34
<i>Figura I.4 Mapa de regiones hidrológicas en México</i>	36
<i>Gráfica I.5 Extracciones brutas por tipo de uso (México)</i>	38
<i>Gráfica I.6 Calidad de las aguas superficiales nacionales</i>	39
<i>Tabla I.1 Calidad de las aguas nacionales</i>	39
<i>Tabla I.2 Costo internacional del agua</i>	41
<i>Gráfica I.7 Tendencias y proyección. Población/ Tasa de crecimiento. (1970-2050)</i>	42
<i>Gráfica I.8 Generación de energía eléctrica por fuente (México)</i>	43
CAPÍTULO 2	
<i>Tabla II.1 Tecnología de generación eléctrica nacional</i>	60
<i>Tabla II.2. Unidades generadoras de la CFE (1995)</i>	60
<i>Tabla II.3 Matriz de instituciones de educación superior. Líneas de investigación</i>	87
CAPÍTULO 3.	
<i>Gráfica III.1 Matrícula nacional del nivel posgrado. 1980-2001</i>	91
<i>Gráfica III.2 Matrícula nacional del nivel posgrado por área del conocimiento. 2001</i>	91
<i>Gráfica III.3 Matrícula nacional del posgrado. Distribución por nivel y área del conocimiento. 2001</i>	93
<i>Tabla III.1 Posgrados nacionales relacionados con el uso del recurso agua</i>	94
<i>Gráfica III.4 Posgrados nacionales relacionados con el uso del recurso agua</i>	99
<i>Gráfica III.5 Distribución mundial de institutos que ofrecen cursos superiores relacionados con el agua</i>	100
CAPÍTULO 4	
<i>Figura IV.1 Sistema Institucional de Investigación Científica y Tecnológica</i>	111
CAPÍTULO 5	
<i>Gráfica V.1 GIDE por país con respecto al PIB.2000</i>	125
<i>Gráfica V.2 Patentes solicitadas y concedidas en México. 1992-2002</i>	126
<i>Gráfica V.3 Artículos publicados por científicos mexicanos por disciplina. 2002</i>	126
<i>Gráfica V.4 Artículos científicos publicados por país. 2002</i>	127
<i>Tabla V.1. Indicadores de la función investigación</i>	130

NOMBRE DE LA TABLA, GRÁFICA O FIGURA	PÁGINA
RESULTADOS Y PROPUESTA	
<i>Gráfica RyP.1 Tipos de desastres naturales relacionados con el agua 1990-2001</i>	144
<i>Gráfica RyP.2 Distribución por continente de desastres naturales relacionados con el agua 1990-2001</i>	144
ANEXO A	
<i>Tabla A.1. Agua renovable disponible por continente</i>	185
<i>Tabla A.2. Dinámica de uso del agua en el mundo</i>	185
<i>Tabla A.3. Extracciones estimadas de agua. Principales usos (México 2000)</i>	185
<i>Tabla A.4. Disponibilidad para fines de planeación (México)</i>	186
<i>Tabla A.5. Disponibilidad mundial de agua (1995)</i>	186
<i>Tabla A.6. Distribución del recurso hidráulico en México</i>	187
ANEXO B	
<i>Tabla B.1 Síntesis de la problemática nacional hidráulica</i>	188
<i>Tabla B.2 Proyectos aprobados por el CONACYT en el subprograma especial de investigación y desarrollo sobre el agua (2000).</i>	193
<i>Tabla B.3 Proyectos relacionados con el recurso agua, aprobados por el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental SEMARNAT- CONACYT 2002-01</i>	195
<i>Tabla B.4 Proyectos relacionados con el recurso agua, aprobados por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobiernos de los Estados. 2002-01</i>	198
ANEXO C.	
<i>Tabla C.1 Matrícula de posgrado nacional por nivel</i>	200
<i>Tabla C.2 Número de graduados por programa de doctorado en el ámbito mundial</i>	200
<i>Tabla C.3 Concentración geográfica de alumnos de posgrado a nivel nacional (2001)</i>	200
<i>Tabla C.4 Distribución de alumnos de especialidad por área del conocimiento (2001)</i>	200
<i>Tabla C.5 Distribución de alumnos de maestría por área del conocimiento (2001)</i>	201
<i>Tabla C.6 Distribución de alumnos de doctorado por área del conocimiento (2001)</i>	201
<i>Tabla C.7 Población escolar de posgrado por área, subárea de estudio y nivel académico (2001)</i>	201
<i>Tabla C.8 Población escolar de especialización por área y programa. (2001)</i>	202
<i>Tabla C.9 Población escolar de maestría por área y programa. (2001)</i>	202
<i>Tabla C.10 Población escolar de doctorado por área y programa. (2001)</i>	205
<i>Tabla C.11 Distribución de becarios CONACYT (2000)</i>	206
<i>Tabla C.12 Distribución del número de proyectos de investigación apoyados por CONACYT (1991-1996)</i>	206
<i>Tabla C.13 Distribución de montos asignados a proyectos de investigación por CONACYT (1991-1996)</i>	206
<i>Tabla C.14 Número de programas en el Padrón de Excelencia del CONACYT (1991-1999)</i>	206
<i>Tabla C.15 Programas registrados en CONACYT por disciplina y nivel. Ciencias exactas, ingeniería y tecnología (1999- 2000)</i>	207
<i>Tabla C.16 Programas registrados en CONACYT por institución y nivel. Ciencias</i>	207

NOMBRE DE LA TABLA, GRÁFICA O FIGURA	PÁGINA
<i>exactas, ingeniería y tecnología (1999-2000)</i>	
<i>Tabla C.17 Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT. Participación del IPN (1999-2001)</i>	207
<i>Tabla C.18 Alumnos graduados de la Maestría en Ingeniería Hidráulica. IPN-ESIA U. Zacatenco(1991-2003)</i>	208
ANEXO D	
<i>Tabla D.1 Financiamiento de la investigación en el IPN (1994- 2002)</i>	209
<i>Tabla D.2 Alumnos del IPN inscritos en el Programa PIFI (1994-2002)</i>	209
<i>Tabla D.3 Miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (1995-2002)</i>	209
ANEXO E	
<i>Tabla E.1 Análisis del objeto de evaluación, para estudios de posgrado</i>	210
ANEXO F	
<i>Tabla F.1 Líneas de investigación en aspectos hidrológicos</i>	214
<i>Tabla F.2 Actividades complementarias en investigación hidrológica</i>	215
<i>Tabla F.3 Efectos de los desastres naturales en la superficie de la Tierra, en la infraestructura y en la agricultura</i>	215
<i>Tabla F.4 Movimiento nacional de carga</i>	217
<i>Tabla F.5. Total por tipo de tráfico en puertos comerciales</i>	217
<i>Tabla F.6 Movimiento nacional en puertos comerciales</i>	218
ANEXO G. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Proyectos de Investigación 2003	219
ANEXO H.	
<i>Tabla H.1 Sistema Aries. Investigadores en Ingeniería Hidráulica</i>	224
ANEXO I	
<i>Tabla I.1 Ejemplos de productos relevantes de la investigación en ingeniería hidráulica mundial</i>	234
<i>Tabla I.2 Ejemplos de inventos y patentes nacionales derivados de la investigación en ingeniería hidráulica</i>	235

GLOSARIO

- **ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS.** Son las actividades sistemáticas que están estrechamente relacionadas con la generación, mejoramiento, difusión y aplicación del conocimiento científico y tecnológico en todos sus campos. Las actividades científicas y tecnológicas se dividen entres categorías básicas: Investigación y desarrollo experimental; Educación y enseñanza científica y técnica; Servicios científicos y tecnológicos
- **AGUAS NACIONALES.** Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- **BALANZA DE PAGOS TECNOLÓGICA.** Es una subdivisión de la Balanza de Pagos que se utiliza para cuantificar todas las transacciones de intangibles (patentes, licencias, franquicias, etc.) y de los servicios con algún contenido tecnológico (asistencia técnica), realizados por empresas de diferentes países.
- **BIBLIOMETRÍA.** Método usado para medir la producción científica y tecnológica. Persigue el fortalecimiento del proceso de toma de decisiones administrativas y de investigación mediante el uso de parámetros, tales como el número de artículos, reportes, resúmenes de congresos y patentes, así como las citas hechas a éstos. Los indicadores bibliométricos miden cantidad de investigaciones de calidad y permiten hacer comparaciones nacionales e internacionales.
- **COBERTURA DE AGUA POTABLE.** Porcentaje de la población que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda, dentro del terreno o de una llave pública o hidrante. Esta información se determina por medio de los censos y conteos que realiza el INEGI. Para los años en que no existe censo ni conteo, la CNA estima el dato a partir de los informes de los prestadores del servicio de agua potable.
- **COBERTURA DE ALCANTARILLADO.** Porcentaje de la población cuya vivienda cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado, a una fosa séptica, o a un río, lago, mar, barranca o grieta. Esta información se determina por medio de los censos y conteos que realiza el INEGI. Para los años en los que no existe censo ni conteo, la CNA estima el dato a partir de los reportes de los prestadores del servicio de alcantarillado.
- **COMISIÓN DE CUENCA.** Organizaciones formadas por representantes de los diversos usuarios de las aguas nacionales, representantes de la sociedad organizada y representantes gubernamentales. Su objetivo es coadyuvar en la formulación y ejecución de programas y acciones que permitan estabilizar y preservar los recursos hidráulicos de la subcuenca.
- **COMITÉ DE CUENCA.** Organizaciones formadas por representantes de los diversos usuarios de las aguas nacionales, representantes gubernamentales. Su objetivo es coadyuvar en la formulación y ejecución de programas y acciones que permitan estabilizar y preservar los recursos hidráulicos de la microcuenca.
- **COMITÉ TÉCNICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (Cotas).** Organizaciones formadas por usuarios de las aguas subterráneas de cada acuífero, representantes de la sociedad organizada y representantes gubernamentales. Su objetivo es coadyuvar en la formulación y ejecución de programas y acciones que permitan estabilizar y preservar los acuíferos.
- **CONSEJO CONSULTIVO DEL AGUA.** Órgano autónomo que está integrado por personas físicas sensibles a la problemática del agua y a la necesidad de resolverla, con vocación altruista y que cuentan con un alto grado de reconocimiento y respeto.

El Consejo es el elemento esencial del programa denominado Movimiento Ciudadano por el Agua.

- **CONSEJO DE CUENCA.** Instancia de coordinación y concertación entre la Comisión Nacional del Agua (CNA), las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal, o municipal y los representantes de los usuarios de la respectiva cuenca hidrológica, cuyos objetivos son: formular programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, y la preservación de los recursos de la cuenca.
- **CUENCA HIDROLÓGICA.** Es el territorio donde las aguas fluyen hacia el mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien, el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. La cuenca junto con los acuíferos constituyen la unidad de gestión del recurso hidráulico.
- **DISPONIBILIDAD NATURAL BASE.** Cantidad total de agua presente en una región. Se estima sumando el volumen de escurrimiento superficial virgen y la recarga de los acuíferos de la región o cuenca. Abarca los escurrimientos provenientes de otros países.
- **ESCURRIMIENTO NATURAL.** Es el volumen medio anual de agua superficial que capta la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica.
- **GASTO FEDERAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.** Son las erogaciones que por concepto de ciencia y tecnología realizan las Secretarías de Estado, el Departamento del Distrito Federal, la Procuraduría General de la República, los Organismos Descentralizados, Empresas de participación Estatal y los Fideicomisos concertados por el gobierno federal, para llevar a cabo sus funciones.
- **ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).** Valor en una escala de 0 a 100% que indica el grado de contaminación de un cuerpo de agua (un valor elevado de ICA indica una mejor calidad del agua) y que se obtiene a partir de un promedio ponderado de los índices de calidad individuales de 18 parámetros dentro de los que se encuentran el pH, la DBO5 y los sólidos suspendidos.
- **INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (IES).** Se refiere a las instituciones de educación superior y también a los centros e institutos de investigación.
- **INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION.** Institución creada en 1963 por Eugene Garfield en Filadelfia, E.U.A., que genera las siguientes bases de datos, los cuales, entre otras cosas, son utilizadas para construir indicadores bibliométricos, y comprende:
 - Science Citation Index.
 - Social Science Citation Index
 - Arts and Humanities Citation Index
- **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.** Es la selección temática de un campo específico del conocimiento, que implica la definición del método y el objetivo prioritario que regula e integra los procesos de investigación en todas sus fases (diseño, realización y evaluación).
- **MÉTODO.** Modo de decir o hacer con orden una cosa. Manera razonada de conducir el pensamiento con objeto de llegar a un resultado determinado y preferentemente al descubrimiento de la verdad. También puede definirse como un proceso o técnica de cuestionamiento sistemático utilizado por diferentes disciplinas.
- **METODOLOGÍA.** También llamada *Ciencia del Método*, se define como un cuerpo de métodos, reglas y postulados empleados en una disciplina. Análisis de los principios o procedimientos de cuestionamiento en las diferentes disciplinas.

- **PATENTES.** Es un derecho exclusivo, concedido en virtud de la Ley, para la explotación de una invención técnica. Se hace referencia a una solicitud de patente cuando se presentan los documentos necesarios para efectuar el trámite administrativo ante el organismo responsable de llevar a cabo el dictamen sobre la originalidad de la invención presentada. En el caso de nuestro país, es el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. La concesión de una patente se otorga cuando el organismo encargado de efectuar los análisis sobre la novedad del trabajo presentado aprueba la solicitud realizada, y se asigna al autor la correspondiente patente.
- **POLÍTICA HIDRÁULICA.** Conjunto de instrumentos orientados a influir o condicionar el comportamiento de los agentes sociales para que actúen de modo tal que en sus actividades diarias reduzcan el desperdicio del agua, promuevan su reuso en los casos posibles, reconozcan su valor económico y minimicen su contaminación, entre otras acciones inherentes a la adecuada gestión de los recursos hídricos.
- **REGIÓN ADMINISTRATIVA.** Área territorial conformada en función de sus características orográficas e hidrológicas, con el fin de agrupar la información hidrológica y de calidad del agua. Los límites regionales no coinciden con los estatales, ni municipales. La República Mexicana está dividida en 37 regiones hidrológicas.
- **SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SINCYT).** Es la organización que en cada país se especializa en producir conocimientos y saber-hacer, y se encarga de dar respuesta a las necesidades de la sociedad. El SINCYT está integrado por todas aquellas entidades dedicadas a las actividades científicas y tecnológicas:
 - Gobierno: dependencias, centros de investigación y entidades de servicio institucional.
 - Universidades e institutos de educación superior: centros de investigación, institutos y laboratorios de escuela y facultades.
 - Empresas: establecimientos productivos, centros de investigación, entidades de servicio y laboratorios
 - Organismos privados no lucrativos: fundaciones, academias y asociaciones civiles
- **SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI).** El Sistema Nacional de Investigadores es un programa federal que fomenta el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país por medio de un incentivo económico destinado a los investigadores, quienes así perciben un ingreso adicional a su salario
- **UNIVERSO DE USUARIOS.** Número total de usuarios de las aguas nacionales y sus bienes inherentes.
- **USUARIOS REGULARIZADOS ADMINISTRATIVAMENTE.** Usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes que se encuentran inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (Repda).

RESUMEN

La presente investigación se realizó a través de un estudio descriptivo que tiene como objetivo general analizar el estado de la investigación y del posgrado en ingeniería hidráulica y presentar una propuesta de temas y líneas de investigación prioritarias para el ámbito nacional, considerando las tendencias internacionales, así como las necesidades y recursos disponibles en nuestro país, bajo un esquema adecuado de evaluación y medición del impacto, a través de indicadores específicos. Esta investigación se llevó a cabo realizando una amplia consulta bibliohemerográfica de los textos y artículos de publicación reciente, de autores y agencias nacionales e internacionales, y a través de la red (Internet), así como de comunicaciones directas con personal gerencial, investigadores y coordinadores de investigación y posgrado. Lo anterior permitió elaborar un diagnóstico de las necesidades nacionales, con base en las tendencias internacionales y las capacidades instaladas (infraestructura física y humana) en las diferentes instituciones de educación superior, laboratorios, e instituciones federales que atienden el problema del recurso agua.

En este trabajo se analizan las condiciones naturales y socioeconómicas de México, teniendo como objeto de estudio al recurso agua, compartiendo esta visión con investigadores y administradores que laboran en la difícil tarea de compensar el severo desajuste entre la disponibilidad y la demanda del agua, que varía desde una sobreabundancia en el sureste húmedo y poco poblado, hasta una gran escasez en las zonas áridas o semiáridas del muy poblado centro y las ciudades del norte. Se documenta el hecho de que en algunas regiones de nuestro país, los recursos hídricos se encuentran entre los más seriamente degradados, de todos los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), particularmente en áreas densamente pobladas, donde las aguas superficiales y subterráneas, frecuentemente están contaminadas y/o sobre-explotadas, y la calidad del agua en ríos, lagos y acuíferos no es adecuada para muchos usos. Se analizan las acciones federales y estatales realizadas hasta la fecha, para frenar la contaminación de los recursos hídricos, que particularmente afecta la salud de los sectores marginados, que no tienen acceso a agua de calidad.

Se determina que, en respuesta a este desafío, México está comprometido a realizar una reforma fundamental de su sector hidráulico, con el apoyo de los diferentes actores nacionales, incluyendo a las instituciones educativas y particularmente a los grupos de investigación que atienden el estudio del recurso agua en todas sus vertientes, mencionando que esta reforma debe estar dirigida a alcanzar un manejo sustentable de los recursos hídricos y a satisfacer las necesidades presentes y futuras de una población en rápido crecimiento.

El presente trabajo plantea la necesidad de trabajar de forma integral, a través de redes de investigación en centros y laboratorios de aplicación hidráulica, con el propósito de conjuntar los esfuerzos dirigidos a la investigación hidráulica nacional. La interrelación con los estudios de posgrado define el futuro de los recursos humanos que habrán de incorporarse a los grupos de investigación con la filosofía de trabajar en forma conjunta en el logro de un solo objetivo, que deberá ser, el resolver los problemas del recurso agua, los cuales deben ser contemplados como elementos de seguridad y prioridad nacional.

SUMMARY

The present investigation was carried out through a descriptive study which general objective is to analyze the state of the investigation and the post degree studies in hydraulic engineering and to present a proposal of topics and high-priority investigation lines for the national environment, considering international tendencies, as well as the necessities and available resources in our country, under an appropriate outline of evaluation and measurement of the impact, through specific indicators. In this investigation was carried out a wide bibliographical consultation of the texts and articles of recent publication, of authors and national and international agencies, and through the net (internet), as well as of direct communications with managers, investigators and coordinators of posgrado studies. The above-mentioned allowed to make a diagnosis of the national necessities, considering the international tendencies and the installed capacities (physical and human infrastructure) in the different institutions of high education, laboratories and federal institutions involved with the problem of the hydraulic resources.

In this work the natural and socioeconomic conditions of Mexico are analyzed, being water the study object, sharing this vision with investigators and administrators that work in the difficult task of compensating the severe difference among the readiness and demand of water that varies from an overabundance in the humid and low populated southeast, until a great shortage in the arid or semi-arid areas of the high populated center and cities of the north. In some regions of our country, the hydraulic resources are among those most seriously degraded, of all the countries members of the Organization for the Cooperation and Economic Development (OCED), mostly in high populated areas, where the superficial and underground waters, frequently are polluted and/or over-exploited, and the quality of the water in rivers, lakes and aquifers is not appropriate for many uses. Federal and state actions to stop pollution of the hydraulic resources that particularly affect the health of the excluded sectors without access to water of quality are analyzed until present day.

Like an answer to this challenge, Mexico is committed to carry out a fundamental reformation in hydraulic sector, with the support of the different national actors, including educational institutions and basically the investigation groups that realize the study of water resources, concluding this reformation should be directed to reach a sustainable handling of the hydraulic resources and to satisfy the present and future necessities of a population in accelerate growth.

This work outlines the relevance of an integrated work, through investigation nets in centers and laboratories of hydraulic application, with the purpose of increasing the efforts directed to the national hydraulic investigation. The interrelation with the postgraduate studies defines the future of the human resources that will incorporate to the investigation groups with the philosophy of working together in solving the problems of the water resource, which should be considered as elements of security and national priority.

INTRODUCCIÓN

En la Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente (CIAMA): Cuestiones de Desarrollo para el Siglo XXI, se definió que “El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente”, [citado en CNA 1998]. De igual manera, en La Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sustentable, celebrada en París Francia en 1998, se mencionó que: “El agua tiene un valor económico, social y ambiental en todos los usos a los que se destina y por lo tanto, su análisis, administración, planificación y en general la gestión integrada de este recurso debe contemplar las relaciones existentes entre economía, sociedad y medio ambiente, en el marco geográfico de las cuencas que son los espacios físicos en donde se verifica el ciclo hidrológico”: [citado en CNA 1998].

En esta misma Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sustentable, se informó que, la cuarta parte de la población mundial no tiene acceso al agua potable, más de la mitad de la humanidad carece de un saneamiento adecuado del agua, la mala calidad del agua y la falta de higiene figuran entre las principales causas de enfermedad y muerte, y la escasez de agua, las inundaciones y las sequías, la pobreza, la contaminación, el tratamiento inadecuado de los desechos y la insuficiencia de infraestructuras plantean serias amenazas al desarrollo económico y social, la salud humana, la seguridad alimentaria mundial y el medio ambiente. Es indispensable acrecentar el conocimiento de los recursos hídricos en todos los ámbitos, a fin de mejorar su aprovechamiento, gestión y protección, y promover su utilización más eficaz, equitativa y sostenible; es indispensable reforzar y reestructurar las instituciones, en particular las locales, y mejorar la formación, capacitación y la información de los profesionales y usuarios.

La UNESCO ha creado entre otros programas, el programa Hidrológico Internacional (PHI) y el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), de los cuales ha derivado la elaboración de diversos documentos cuyo propósito es proporcionar un adecuado diagnóstico y seguimiento de la situación mundial de los recursos hídricos [UNESCO 2001], [UNESCO 2003-1]y [UNESCO 2003-2]. Un punto importante es la valoración de agua a través de las siguientes declaraciones:

- Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sustentable (1992):
“Principio N°4. El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico. En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos”.
- Agenda 21, Capítulo 18 (CNUMAD, 1992):
“El agua debería considerarse un recurso finito que tiene un valor económico del que derivan consecuencias sociales y económicas considerables, como reflejo de la importancia que tiene satisfacer las necesidades básicas”.

- Declaración Ministerial del Segundo Foro Mundial del Agua (La Haya, 2000):
“Con el fin de gestionar los recursos hídricos de tal manera que refleje sus valores económicos, sociales, medioambientales y culturales para todos sus usos, y avanzar hacia el establecimiento de cuotas para los servicios del agua que reflejen el costo de su provisión. Este enfoque deberá tomar en cuenta la necesidad de equidad y las necesidades básicas de los pobres y de las personas vulnerables”.
- Declaración Ministerial del Tercer Foro Mundial del Agua (Kyoto, 2003):
“Se deben recaudar fondos mediante la adopción de criterios de recuperación de costos que se adapten a las condiciones climáticas, medioambientales y sociales del lugar, y al principio del “contaminador paga”, prestando debida consideración a los pobres. Todas las fuentes de financiamiento, tanto públicas como privadas, nacionales e internacionales, deben ser movilizadas y utilizadas del modo más eficaz y eficiente posible”.

En la agenda política internacional el tema de la escasez del agua se ha vuelto prioritario, por ejemplo, el acceso al agua es un punto importante de los acuerdos de paz entre Israel y sus vecinos. Pero este aspecto no está confinado al Medio Oriente, puesto que el compartir ríos es un asunto de índole de seguridad nacional, precisamente por la importancia del agua para el desarrollo. Actualmente cerca del 40% de la gente en el mundo vive en más de 200 cuencas de ríos compartidos [Biswas 1993]. En México fue realizado en el año 2002 el Primer Simposio Internacional sobre Gestión de Aguas Transfronterizas en la ciudad de Monterrey Nuevo León, organizado por la Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH), misma que posee un amplio reconocimiento internacional, por sus trabajos y aportaciones en el ámbito hidráulico [Aparicio 2003].

La totalidad de problemas e ideas no puede ser totalmente resumida, sin embargo algunos temas comunes pueden ser agrupados en grandes temas de investigación y derivar así líneas de investigación específicas. Un antecedente importante son las “Agendas de Investigación y Tópicos Futuros de Interés”, elaborados en 1993 y 1999, por la Asociación Internacional para la Investigación Hidráulica [IAHR 1999].

Es evidente que ante una situación de escasez del agua, la amenaza de crisis se concentra en tres aspectos fundamentales del bienestar humano: la producción de alimentos, la salud y la estabilidad política y social. Esta condición se agrava más, si el recurso agua disponible se encuentra compartida y adicionalmente no se considera el aspecto ecológico.

Después de la Conferencia de Río (1992), se han celebrado reuniones de gran trascendencia [UNESCO 2001], entre las cuales destaca la preparación de la Visión Mundial del Agua, presentada en el Foro Mundial del Agua, celebrado en La Haya, en marzo del 2000, y la Declaración Ministerial sobre la Seguridad del Agua en el Siglo XXI, formulada por los participantes en la Conferencia Ministerial paralela en la Haya [UNESCO 2001]. En la Declaración Ministerial se definieron siete retos para la comunidad mundial, que sientan las bases de los objetivos de política que a continuación se enuncian:

- **Satisfacer las necesidades básicas:** reconocer que el acceso al agua inocua en cantidad suficiente y al saneamiento, constituye una necesidad humana fundamental y es esencial para la salud y el bienestar, así como dar mayor autonomía a las personas, en especial a las mujeres, mediante un enfoque participativo de la ordenación del agua.

- **Asegurar el suministro de alimentos:** reforzar la seguridad alimentaria, en especial de las personas pobres y vulnerables, mediante la obtención y utilización más eficientes del agua y una distribución más equitativa del agua para la producción de alimentos.
- **Proteger los ecosistemas:** velar por la integridad de los ecosistemas mediante una ordenación sostenible de los recursos hídricos.
- **Compartir los recursos hídricos:** promover la cooperación pacífica y establecer sinergias entre los distintos usos del agua en todos los niveles, dentro de los países interesados y para el caso de los recursos fronterizos y transfronterizos, entre los países involucrados, mediante una gestión sustentable de las cuencas fluviales u otros métodos apropiados.
- **Administrar los riesgos:** proporcionar protección contra las inundaciones, las sequías, la contaminación y otros riesgos vinculados al agua.
- **Valorar el agua:** administrar el agua de un modo que tome en cuenta sus dimensiones económica, social, ambiental y cultural en todos sus usos, y avanzar hacia la fijación de precios de los servicios relacionados con el agua sobre la base de su costo. Este enfoque debería tomar en consideración la necesidad de equidad y las necesidades básicas de las personas pobres y vulnerables.
- **Administrar atinadamente el agua:** velar por una buena gestión, de modo que la participación del público y los intereses de todos los co-participantes se tomen en cuenta en la gestión de los recursos hídricos.

Los siete retos de la Haya representan un cambio radical en la evolución de las políticas relativas al agua, pero no son la última palabra. Los trabajos han continuado, a fin de definir los principales problemas, en cuya solución deben colaborar, los responsables de esas políticas y evidentemente deben continuar en los próximos años.

En el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWDR) [UNESCO 2001] se definieron cuatro retos para el futuro:

- **El agua y la industria:** conciliar las necesidades de la industria y la obligación de respetar la calidad del agua y tomar en cuenta las necesidades de sectores que compiten entre sí.
- **La energía y el agua:** se reconoce que el agua es vital para todas las formas de producción de energía, por lo que es necesario garantizar que se atiendan las necesidades de la energía de un modo sostenible.
- **Disponer de una base de conocimientos:** la eficacia de las políticas en materia de recursos hídricos y la ordenación satisfactoria de éstos, depende de la calidad de los conocimientos de que dispongan los responsables de la adopción de decisiones.
- **El agua y las ciudades:** las zonas urbanas son núcleos cada vez más complejos, de asentamientos humanos y actividades económicas, que plantean retos específicos a los administradores de recursos hídricos.

En conjunto, en estos once retos se destacan los elementos esenciales para definir un programa de acción obligatorio. Es el momento de que la comunidad internacional y en específico a cada gobierno, realicen acciones que contribuyan a transformar estos elementos en políticas y medidas específicas, que tomen en cuenta sus diversas necesidades y prioridades, y las posibilidades de que disponen en distintos lugares y en diferentes momentos.

En otros aspectos de la problemática de los recursos hídricos, es importante mencionar que el Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI) y la Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, ambos organismos dependientes de la FAO, publicó un estudio sobre Transferencia de la Gestión del Riego [FAO 2000], a través del cual se han propuesto directrices para asistir a políticos, planificadores, técnicos y otros agentes implicados, en la decisión de adoptar una política de Transferencia de la Gestión del Riego (TGR) y en el caso de que se adopte, en la formulación de un programa efectivo. El término Transferencia de la Gestión de Riego, significa trasladar la responsabilidad y autoridad en la gestión del riego desde las agencias gubernamentales a las organizaciones no gubernamentales, como las asociaciones de usuarios de agua (AUA). Dicha transferencia de funciones puede ser total o parcial y podría incluir el traslado de la autoridad de una forma total o parcial. La TGR se puede llevar a cabo en los sectores, es decir, solo en la parte final de distribución de agua, o para la totalidad del sistema de riego. Otros términos, como reorganización, traspaso de funciones, devolución o privatización son, en muchas ocasiones utilizadas como sinónimos de transferencia. Las directrices propuestas han recogido la experiencia de de numerosos profesionales que han presentado trabajos y discutido sus experiencias en reuniones internacionales. La Conferencia Internacional sobre Transferencia de Gestión de Riego celebrada en Wuhan, China, en septiembre de 1994 y la Reunión de Expertos de la FAO sobre Transferencia de Gestión del riego, celebrada en Bangkok y Chiang Mai, Tailandia en 1995, son también ejemplos de importantes fuentes de información.

En octubre del 2002 se llevó a cabo en la ciudad de México, el Foro Agua para las Américas en el Siglo XXI, con la participación de expertos en los diferentes temas de la problemática que sobre agua enfrenta México y los países del Continente Americano. Previo a este foro, el Consejo Consultivo del Agua organizó un taller preparatorio en el cual se abordaron los temas: Situación actual del manejo del agua en México, la administración del agua en México, Inversión y Financiamiento. En el Foro se presentaron trabajos relacionados con: Perspectiva regional y estudios de caso; gestión del agua basada en una participación amplia; búsqueda de una gobernabilidad eficaz; participación ciudadana en la promoción de una cultura del agua; alianzas entre ciudadanos, gobiernos y empresas para garantizar a largo plazo el abasto de agua a las grandes ciudades; y participación de organismos ciudadanos plurales en la gestión del agua.

Sobre la Gestión Integral del Agua Subterránea, Llamas y Custodio [2002] presentaron las principales conclusiones obtenidas del taller de Madrid (13 al 15 de diciembre del 2001), que incluyen comentarios e ideas para mejorar la gestión del agua en regiones en las que existe un uso intensivo de las aguas subterráneas. Estos temas fueron discutidos nuevamente en el Simposio Internacional sobre Uso Intensivo del Agua Subterránea en Valencia España, del 10 al 14 de diciembre del 2002.

La necesidad de capitalizar adecuadamente los resultados de los proyectos de investigación hacia la solución de estos problemas relacionados con el recurso agua, y otros asociados a sus usos y aprovechamientos, es cada vez más evidente. Sin embargo, todavía no se

aprecia el esfuerzo que realizan diferentes instituciones nacionales públicas y privadas que desarrollan, a través de sus líneas y proyectos de investigación, aportes a la solución de esta problemática. Esto se debe, entre otras razones, a lo disperso de sus acciones y a la falta de colaboración e intercambio de infraestructura física y humana; así como a la falta de vinculación con los actores que intervienen en el aprovechamiento y administración del recurso.

La cultura de la evaluación, se adopta con mayor éxito cada día y sus consecuencias ya empiezan a detectarse a través de los acreditamientos diversos. Pero lo más importante se registra al terminar la autocomplacencia e iniciar una competencia sana y académica. Ejemplo de esto es el competir por los recursos que proporciona el CONACYT a través del Programa Nacional de Posgrado. La necesidad de establecer indicadores complementarios y alternativos, a los que establece el CONACYT, tanto para posgrado como para la investigación, motiva la realización de una actividad que debe desarrollarse con la participación de todos los actores involucrados en el panorama nacional. Esto ha de darle juicios de valor a cada tipo de actividad científica (básica o aplicada), de desarrollo o innovación tecnológica o bien actividades de tipo profesionalizante. Ejemplos de acciones concretas para proporcionar alternativas en el ámbito de la acreditación del posgrado son la "Declaración de Vivero Alto, México, sobre el Posgrado en Iberoamérica", realizada en el marco del Primer Seminario Iberoamericano del Posgrado, celebrado en México en el 2003 y la "Declaración de Aguascalientes sobre el Posgrado Nacional", realizada en el marco del XVII Congreso Nacional del Posgrado, también celebrado en México en el 2003.

La investigación hidráulica es una de las bases para la solución de los problemas globales del uso sustentable del agua y de la protección del medio ambiente. La investigación aporta conocimiento científico aplicable que ayuda, a través de la transferencia de sus resultados a la práctica de la ingeniería, donde el conocimiento es aplicado para la planeación, diseño, construcción y operación de obras de ingeniería.

El 29 de agosto del 2002, inició en Johannesburgo, Sudáfrica, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable, y México acudió a senda reunión, sin haber podido revertir de manera importante sus procesos de deterioro ambiental, accionado por no planificar adecuadamente en el largo plazo, debido a la necesidad de atender los problemas inmediatos. Nuestro país pierde al año un millón de hectáreas de bosque; del orden del 80% de los suelos tiene algún grado de erosión; una gran proporción de los mantos acuíferos están contaminados, y algunas de las ciudades funcionan con problemas que están al límite de sus capacidades, según declaraciones públicas de Thiahoga Ruge, Coordinadora General del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable de la SEMARNAP. Los gobiernos, organismos y bancos internacionales, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado anunciaron en Johannesburgo más de 20 iniciativas de cooperación en materia de agua y sanidad, lo que supone más de 1000 millones de dólares en recursos [UNESCO 2003-2].

La Asamblea General de la Naciones Unidas declaró el 2003 Año Internacional del Agua Dulce, en reconocimiento a la importancia crítica de los recursos hídricos para el futuro del planeta. La UNESCO [2003-2] ha informado que 1100 millones de personas, aproximadamente la sexta parte de la población mundial, carecen de acceso al agua potable y 2400 millones, el 40% de la población mundial, no dispone de instalaciones sanitarias adecuadas. Del orden de 6000 niños mueren diariamente de alguna enfermedad relacionada con el agua no apta para el consumo de y con malas condiciones de saneamiento e higiene.

Se calcula que en el mundo en desarrollo, el 80% de las enfermedades se debe al consumo de agua no potable y a las malas condiciones sanitarias. Las pérdidas de agua por filtraciones, conexiones ilícitas y desperdicios ascienden a un 50% de agua potable y un 60% de agua para regar en los países en desarrollo. Las inundaciones corresponden a más del 75% de los desastres naturales que han afectado a los pueblos durante los años noventa, y causaron más del 33% del costo total estimado para los mismos.

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) realizó la segunda Evaluación del Desempeño Ambiental de nuestro país y publicó los resultados [OCDE 2003]. Destaca en este reporte el reconocimiento a las acciones realizadas, específicamente en lo que respecta al marco legal en materia medioambiental, sin embargo se emitieron 61 recomendaciones concretas para contribuir con la mejoría del medio ambiente y para lograr la sustentabilidad de los recursos hídricos, en el mediano plazo. Esta publicación forma parte de la serie de Estudios sobre el Desempeño Ambiental que la OCDE realiza a sus países miembros. En este marco, se revisó el progreso de México a la luz de la Estrategia Medioambiental de la OCDE para la Primera Década del Siglo XXI y con relación a sus propios objetivos políticos tales como fortalecer la legislación local y los acuerdos internacionales.

La ANUIES y la SEMARNAP elaboraron una consulta a los rectores y directores de los afiliados a la ANUIES, con el propósito de identificar perspectivas, intereses y necesidades que los titulares perfilaran para las instituciones de educación superior en la perspectiva de su vinculación con las exigencias del desarrollo sustentable [ANUIES 2002]. Metodológicamente, el documento se organiza en tres partes, en la primera de ellas: Los antecedentes, se hace referencia a las acciones ambientales que las Instituciones de Educación Superior (IES) realizaron entre 1985 y 1994; la segunda parte, La situación actual, recoge experiencias de las IES mediante un cuestionario, que se sucedieron entre 1995 y 2001, y la tercera parte, la gestión ambiental, incluye las acciones que desde la Secretaría del Ramo, se impulsaron conjuntamente con algunas instituciones de educación superior. Finalmente, se presenta en los anexos la Declaratoria sobre Educación y Desarrollo Sustentable, el listado de instituciones de educación superior que remitió su información y el cuestionario utilizado para la obtención de la misma. Esta obra es una lectura obligada para entender la situación y las acciones que las IES han realizado y están planeando en relación el desarrollo sustentable. Para una cronología de los principales antecedentes de documentos, congresos y conferencias que forman parte de la construcción del desarrollo sustentable se puede consultar la dirección electrónica http://www.sre.gob.mx/cmds/docs/sd_timeline2002.pdf

Un antecedente importante, es la obra de Enzo Levi [Levi 2001] quien resume la historia de la hidráulica, relatando 2300 años de pensamiento científico sobre el comportamiento físico del agua, desde Arquímedes hasta nuestros días. Presenta el contraste entre teorías efímeras y teorías que son la base de la investigación hidráulica moderna. Esta obra es importante debido a que somete a la hidráulica a un examen retrospectivo, para encontrar su evolución paulatina a través de errores y aciertos, aceptación y rechazo de hipótesis, transitoriedad y permanencia de teorías, y finalmente su desarrollo. Esto hasta adquirir las características de ciencia exacta, tal y como actualmente la conocemos, apreciando las diferencias entre el fenómeno que se quiere representar y dominar, y la interpretación adecuada de los modelos que utilizamos (matemáticos, físicos o computacionales). Lo anterior, siendo conscientes de sus limitaciones y alcances. Existen varias obras de este tipo, que describen la historia del agua y su investigación, entre otros Gioda [1999].

Según datos recientes [Tortolero 2000], la disponibilidad de agua en México actualmente, es de 475 kilómetros cúbicos, de los cuales 63 son mantos de agua subterránea, y los restantes 412 son agua superficial. La disponibilidad por habitante es casi el doble del nivel mundial, pero el mayor problema es la distribución de esta agua. La mayor parte de la población se asienta en zonas donde el escurrimiento es deficitario, en el Valle de México, en Lerma, en las cuencas del norte y de Baja California. Una población más restringida puebla las zonas donde el agua está en equilibrio (Balsas y el Noroeste) o en superávit (Pacífico Centro, Costa Centro, Bravo).

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006 se ubican los objetivos nacionales del sector hidráulico para este período, los cuales están incorporados en el Programa Nacional Hidráulico (PNH) 2001-2006. En él la Comisión Nacional del Agua (CNA) establece, entre otros no menos importantes, el compromiso de fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para lo cual instrumentó una serie de lineamientos estratégicos [CNA 2001]. Sin embargo, a pesar de los avances logrados en materia de suministro de agua y saneamiento, las localidades urbanas y rurales enfrentan serios problemas. Aún existen 12 millones de habitantes sin servicio de agua potable y 23 millones carecen de sistemas de saneamiento, además de que sólo 27% de las aguas residuales recolectadas reciben tratamiento [CNA 2002].

Los Organismos Operadores de Agua (OOs) reportan una recaudación anual por la prestación del servicio de agua potable cercana a los 17 mil millones de pesos, los cuales utilizan en su totalidad para enfrentar sus gastos de operación. Los precarios niveles recaudatorios revelan muy bajos niveles de eficiencia global, definiéndola como el producto de multiplicar la eficiencia física por la eficiencia comercial, y que alcanza en promedio nacional sólo 30%, es decir que de cada mil litros producidos, sólo se cobran 300. Las tarifas establecidas favorecen bajos niveles de recaudación, ya que no reflejan los costos reales, debido a que, mientras la recaudación promedio por metro cúbico es de 1.40 pesos, el costo es de 5.0 pesos [CNA 2002].

La problemática nacional se complica debido a los altos niveles de obsolescencia de la infraestructura hidráulica, el agotamiento y contaminación de las fuentes, la competencia por su uso y la difícil situación financiera de los organismos prestadores de los servicios. De acuerdo con lo establecido en el PNH, los requerimientos anuales de inversión en el subsector ascienden a 17 millones de pesos a precios de 2001 para nueva infraestructura, vinculada al incremento de las coberturas en agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como 5 mil millones para su operación y mantenimiento.

Martínez [2002] ha definido la gestión integral del agua como. "Un proceso indispensable para alcanzar el uso sustentable del recurso que, sin embargo, con frecuencia no es claramente entendido. Para su aplicación, debe ser enunciado como un grupo de principios rectores, que no son universales, sino que dependen del contexto". En esta referencia se realiza una revisión histórica del concepto de gestión integral y se presentan algunas versiones importantes de los principios rectores para nuestro país.

Los problemas del recurso agua deben resolverse con grupos inter y multidisciplinarios, que aporten conocimientos de diferentes áreas científicas y tecnológicas, que proporcionen respuestas a esta problemática. Apreciando esta situación, Talavera [2000] elaboró una propuesta apoyándose en una visión integral con enfoque sistémico. Este análisis concluye con la afirmación, de que: "El conocimiento explícito de esta problemática es el Marco de

Referencia para estructurar una Política de Ciencia y Tecnología en el Sector, y determinar así, sus posibles estrategias de solución. Es decir, especificar las líneas prioritarias de acción correspondientes, a través de estrategias de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IyDT), para coadyuvar así a la solución que realmente considere una gestión sustentable del recurso".

El reto a enfrentar es grande y la legislación vigente no es suficiente. La fortaleza de la gestión del agua en nuestro país, estará en proporción directa con los trabajos de investigación que realicen los diferentes grupos desde las universidades, centros y laboratorios de investigación públicos y privados y demás agencias nacionales e internacionales.

Una de las funciones sociales de la investigación es el pronóstico del futuro. Si no tenemos capacidad para realizar investigación hidráulica de calidad, estamos condenados a tener un futuro incierto o bien la certidumbre del caos está garantizada.

En contraste con la gran problemática de desarrollo sustentable que enfrenta nuestro país, en materia de competitividad, de acuerdo con su desempeño económico, eficiencia gubernamental y empresarial e infraestructura, México ocupa la posición 42 de 49 Estados, (The World Competitiveness Yearbook 2002), y con relación al índice de Avance Tecnológico, el país está en el lugar 32 en la lista de 72 naciones clasificadas por la ONU. Los datos que dan cuenta del rezago nacional en ciencia y tecnología, están contenidos en el Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología 2002, emitido por el CONACYT, en el que se advierte que México debe realizar un mayor esfuerzo para reducir la brecha existente en el desarrollo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, y el avance científico y tecnológico internacional, mediante la eficaz modernización de las políticas nacionales de ciencia y tecnología. México ha tenido un desempeño modesto en la creación de tecnologías propias en comparación con las economías desarrolladas y con países en desarrollo que han tenido un avance espectacular en sus sistemas de ciencia y tecnología en los últimos años, (The World Competitiveness Scoreboard 2002). Dicho documento está basado en estudios de las Naciones Unidas (ONU), e indicadores de Ciencia y Tecnología compilados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana/ Interamericana (RICyT).

La ubicación de México en el campo de la ciencia y la tecnología en el orden mundial varía según los elementos estadísticos que se tomen en cuenta y el peso que se le otorgue a las diferentes variables. Por ejemplo, el informe sobre Desarrollo Humano 2001, del PNUD, que proporciona mayor peso al comercio de bienes de alta tecnología, otorgó a México el rango 32 entre 72 países dentro de su Índice de Avance Tecnológico (IAT). El IAT se basa en ocho factores: patentes, ingresos por regalías y licencias, usuarios de Internet y exportación de bienes de alta y mediana tecnología (como indicadores de creación y difusión tecnológica), así como por el número de teléfonos y consumo de electricidad por persona, como indicadores de difusión de inventos antiguos, y el promedio de años de escolaridad y tasa de matriculación de tercer nivel en ciencias, como representativos del nivel de conocimientos especializados.

La posición de México en el 2000, por el monto de su gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (IDE) fue la 25, pero en el gasto correspondiente por habitante (20 dólares por persona) ocupó el lugar 38, y pasó al 44 al considerarse la proporción de ese gasto respecto del producto interno generado en el país, de solo 0.40%. Por el gasto de IDE que realizan

sus empresas, México ocupó el sitio 26, pero por gasto per cápita correspondiente (5.4 dólares) pasó al lugar 40. Llama la atención que el Gasto Total en Investigación y Desarrollo Experimental, para el año 2000, expresado como un porcentaje del PIB, sea de 3.782 para Suecia (el mayor a nivel mundial); 2.653 en Corea; 0.874 en Brasil; 0.603 en Chile; 0.501 en Argentina; 0.411 en Colombia y 0.401 en México (ubicado en el lugar número 44). Estos datos están tomados del Internacional for Management Development (IMD). The World Competitiveness Yearbook 2002.

En la medición de indicadores bibliográficos (Institute for Scientific Information 2001), la producción mexicana de artículos científicos mostró un gran incremento en los últimos años, debido a que en el 2001, se produjo 4948 artículos, lo cual representa una cifra cuatro veces mayor que en 1994. No obstante el comparativo mundial sigue siendo muy bajo.

La investigación y los estudios de posgrado en el ámbito nacional, tiene la gran responsabilidad de ofrecer alternativas de solución para lograr el desarrollo sustentable, a través del desarrollo de temas de investigación que permitan el desarrollo de líneas y proyectos específicos de investigación que ofrezcan elementos para la toma de decisiones y; a través del posgrado preparar los cuadros técnicos y directivos capaces de realizar una planeación integral del recurso agua, para dar respuesta a los retos del siglo XXI.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

En este trabajo se plantean los objetivos que a continuación se enuncian:

Objetivo general:

Elaborar un diagnóstico de la investigación en ingeniería hidráulica realizada oficialmente en México e identificar su relación con los estudios de posgrado, con fines de elaborar una propuesta de líneas de investigación prioritarias en el ámbito nacional, considerando las tendencias internacionales y las necesidades regionales, así como los indicadores de evaluación pertinentes.

Objetivos específicos:

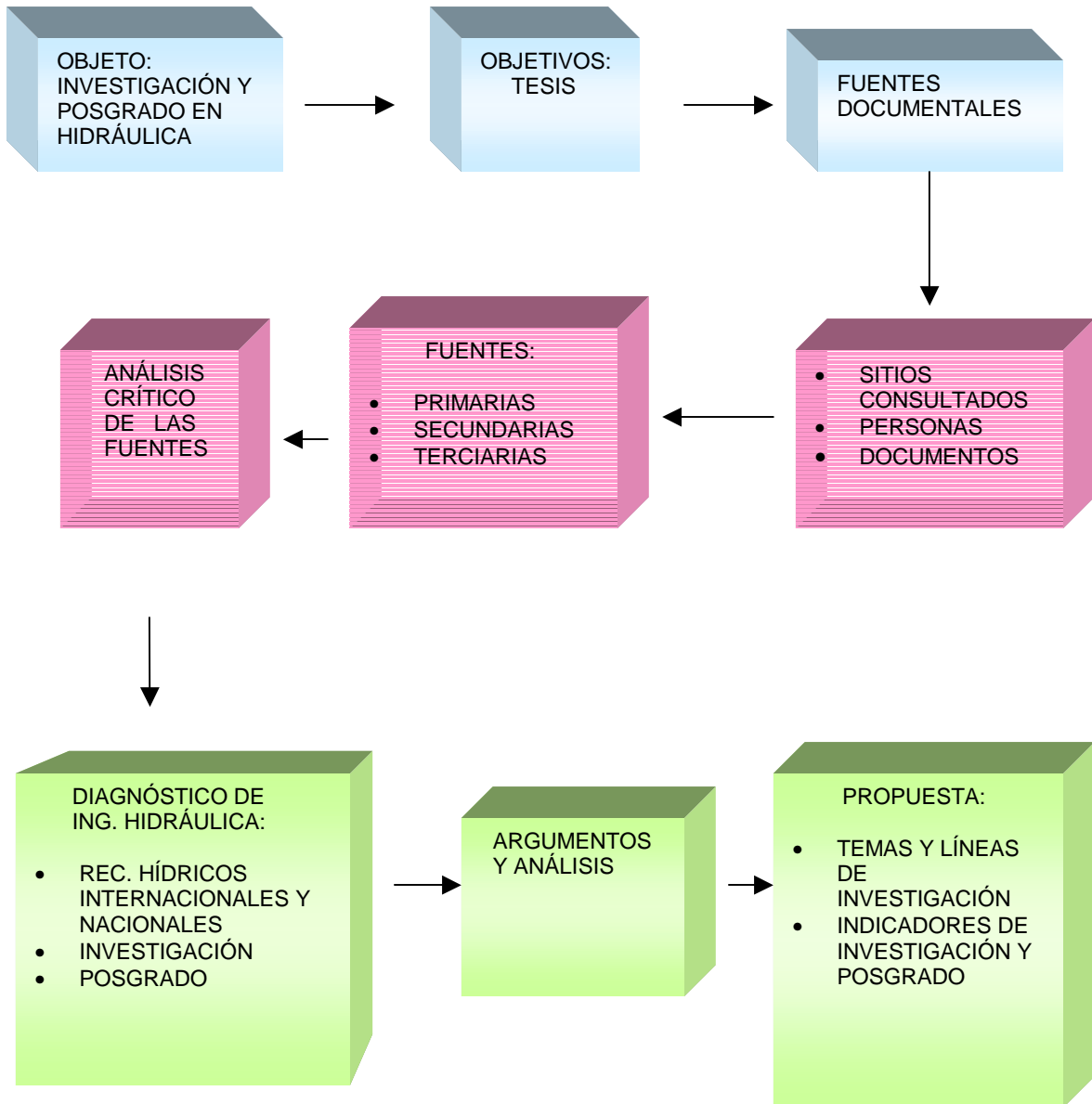
- *Identificar el estado de los recursos hídricos en el ámbito internacional*
- *Describir los recursos hídricos en México*
- *Analizar el estado de la investigación hidráulica en México, realizada y reconocida oficialmente*
- *Identificar las Instituciones de Educación Superior (IES) mexicanas, que imparten estudios de posgrado en ingeniería hidráulica*
- *Correlacionar las necesidades de investigación en ingeniería hidráulica, con las investigaciones y estudios de posgrado que se realizan en México, para definir líneas de investigación prioritarias.*
- *Proponer indicadores de evaluación adecuados para el área de ingeniería hidráulica*

A partir de estos objetivos se postula la siguiente tesis:

Establecer líneas de investigación prioritarias en ingeniería hidráulica, vinculadas al posgrado, que contribuyan al desarrollo sustentable del país, y permitan la optimización de los recursos humanos e infraestructura física disponibles en esta área, a través de redes de investigación y estudios de posgrado.

Para dar cumplimiento a estos objetivos y defender la tesis, se desarrolló el siguiente proceso de investigación:

FIGURA 0.1 PROCESO DE INVESTIGACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE LA TESIS



En congruencia con el diagrama de bloques presentado, a continuación se describe el proceso de investigación utilizado [Valderrábano 2003]:

1) Definición del objeto de estudio, para este caso fue, la investigación en ingeniería hidráulica y su vinculación con los estudios de posgrado, para favorecer el desarrollo sustentable nacional; así como los indicadores de evaluación para ambas funciones sustantivas.

2) Definición de los objetivos de la tesis, a fin de delimitar los alcances de este trabajo y las estrategias para su elaboración.

3) Definición y selección de las fuentes documentales, sitios de consulta y alternativas tales como la entrevista directa con personas involucradas en el ámbito hidráulico. La revisión documental comprendió actividades relacionadas con la búsqueda, recuperación y análisis de la información escrita o almacenada en medios electrónicos. A continuación se describe brevemente los tipos de fuentes de información [Hernández et al 1999]:

a) Fuentes primarias: Son documentos que se producen como primera consecuencia de un estudio o una investigación, es decir, son documentos originales que proporcionan datos de primera mano. Por ejemplo: libros, bases de datos (disco compacto o en línea), trabajos presentados en eventos académicos in extenso, trabajos inéditos, artículos de publicaciones periódicas, documentos oficiales, normas, testimonios de expertos, reportes de asociaciones, tesis, etc.

b) Fuentes secundarias: Son publicaciones periódicas que se editan en forma de revistas, libros, discos compactos, bases de datos y servicios en línea. Contienen información en forma de resúmenes, comentarios breves y listados de referencias publicadas clasificadas por áreas del conocimiento. Se construyen de información proveniente de fuentes primarias. Otros ejemplos son: publicaciones estadísticas, resúmenes de tesis de posgrado, revistas de resúmenes (abstracts), revistas de índices, índices especializados (citation index).

c) Fuentes terciarias: Son fuentes que se presentan en forma de directorios y compendios, que se refieren a la ubicación de fuentes no documentales. Estas fuentes son útiles para identificar organizaciones, miembros de asociaciones, expertos de alguna materia, agencias o dependencias de gobierno, etc.

Como ejemplo tenemos: Catálogos de libros que contienen referencias, conferencias, datos bibliográficos, dependencias de gobierno que efectúan investigaciones, symposiums, nombres de empresas y asociaciones industriales.

4) Búsqueda de documentos primarios, secundarios y terciarios.

Fue analizada la documentación oficial que describe la investigación realizada en el ámbito nacional de la ingeniería hidráulica, a través de las diferentes instituciones de enseñanza superior (IES) y de investigación, en el marco de los convenios y acuerdos nacionales e internacionales que el gobierno mexicano ha celebrado, así como las recomendaciones de las diferentes Conferencias Internacionales y organismos promotores del desarrollo, tales como la CEPAL, OCDE, ONU, OEA, UNESCO, etc.

5) Análisis crítico de las fuentes. El análisis de las fuentes de consulta a través del trabajo de estudio, comprensión y síntesis de la información base para la realización de la tesis, fue

determinante, en la elaboración del diagnóstico. Fueron elaboradas fichas bibliográficas, de investigación y de trabajo, a fin de identificar los resultados de la revisión crítica, enfatizando los aspectos relevantes para esta investigación en el área hidráulica.

6) Elaboración de un diagnóstico que comprende los siguientes aspectos:

- Recursos hídricos en el ámbito internacional
- Recursos hídricos en México
- Investigación en ingeniería hidráulica
- Posgrado en ingeniería hidráulica
- Indicadores de evaluación de la investigación y el posgrado

7) Argumentos. La comparación y el análisis de las necesidades de índole regional y nacional en México en aspectos hidráulicos, con los recursos humanos, físicos y económicos disponibles, así como las tendencias internacionales, dictadas por las diferentes agencias gubernamentales e internacionales, fue decisivo para definir los temas y líneas de investigación, que deberán desarrollarse por todos los actores involucrados en el manejo del recurso agua en nuestro país.

8) Propuesta de temas y líneas de investigación; así como de indicadores para evaluar la investigación y el posgrado. La propuesta de temas y líneas de investigación esta basada en los recursos humanos y de infraestructura física que ya existen en nuestro país y que seguramente podrían optimizarse si se establecen mecanismos de cooperación, evitando así, duplicidades de esfuerzos y atendiendo problemas del ámbito hidráulico, que ya se están presentado y a los cuales no se les ha dedicado atención por diferentes motivos.

CAPÍTULO I

LOS RECURSOS HÍDRICOS. ANTECEDENTES

I.1 Ámbito Internacional

El agua se considera escasa debido a que menos del 3% del agua dulce que existe en el mundo está disponible, el resto se encuentra en los glaciares, en los polos y en el subsuelo. Los lagos y los ríos apenas tienen el 0.014% de toda el agua [Aldama y Gómez 1996].

La mayor parte de la población mundial vive en cuencas compartidas, lo que implica una mayor competencia, debido entre otras razones, a las diferentes necesidades y prioridades de los usos. Cincuenta países de los cuatro continentes, han establecido más de tres cuartas partes del total de su población en las cuencas internacionales, lo que hace que el 47% de la población se encuentre en cuencas compartidas internacionales, 214 cuencas son multinacionales, incluyendo 57 en África, 58 en América, 48 en Europa y 51 en Asia [Biswas 1993].

La situación jurídica sobre el uso y conservación del recurso que se comparte casi siempre en los países en desarrollo tradicionalmente es ambigua, ya que prácticamente enfrentan ausencia de reglamentación, aunque los países desarrollados han generado regulaciones y metodologías para una mejor gestión del recurso, no porque sean más precavidos, sino porque comenzaron a enfrentar problemas de contaminación del agua desde los años 60 y 70, así han logrado desarrollar alta tecnología y diversidad de metodologías para su conservación [Herrera 2002].

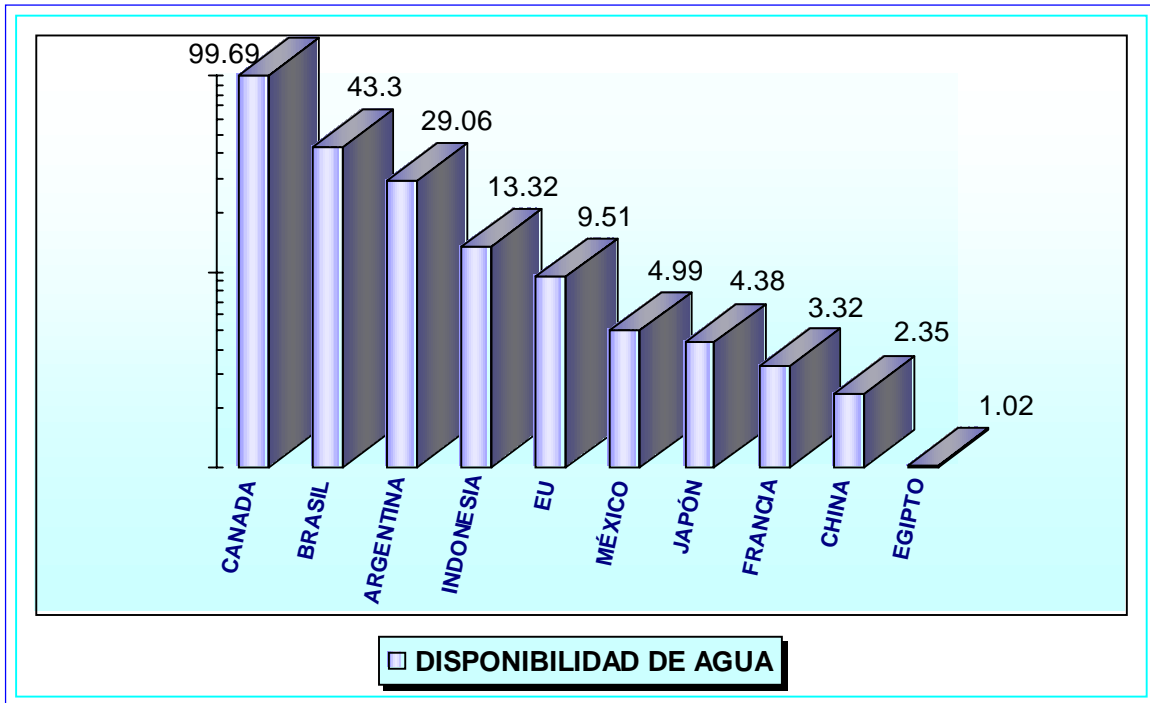
En el ámbito internacional, el sector agrícola es el mayor consumidor de agua con el 65%, no sólo porque la superficie irrigada en el mundo ha tenido que quintuplicarse, sino porque no se cuenta con sistemas de riego eficientes [Viqueira 1994], razón principal que provoca que las pérdidas se tornen extraordinarias [OCDE 1998-2]. Le siguen el sector industrial que requiere del 25% y el consumo doméstico, comercial y de otros servicios urbanos municipales que requieren el 10%. Para el año 2015 el uso industrial alcanzará el 34% a costa de reducir al 58% los volúmenes destinados para riego y al 8% los destinados a otros usos. El consumo total de agua se ha triplicado desde 1950 sobrepasando los 4,300 km³/año, cifra que equivale al 30% de la dotación renovable del mundo que se puede considerar como estable [Garduño y Arreguín 1994].

Los porcentajes más altos de agua disponible por continente en km³/año corresponden a Sudamérica (28.11%), Asia (31.57%) y Norteamérica (18.4%), sin embargo la disponibilidad per cápita más baja atañe a Europa, Asia y África. La disminución per cápita del agua a nivel mundial ha sido provocada principalmente por el rápido incremento de la población, por ejemplo, de 1970 a 1994 el potencial de agua disponible a escala global disminuyó de 12.9 a 7.6 miles de m³/año [Shiklomanov 1998] ,(Anexo A, tablas A1, A2 y A5).

En muchos países existe ya una importante disminución en los recursos hídricos disponibles, debido a que el consumo actual es muy elevado y se prevé un incremento en el futuro [Mundo 2000]. Por ejemplo, en el sector agrícola se espera un incremento, respecto a 1995, de más del 22% en la actividad industrial de 32.8% y en el consumo municipal de 51.12% en el mismo período.

En la figura I.1 se muestran los resultados de un estudio realizado por la Organización Meteorológica Mundial (1997), sobre la disponibilidad de agua en el ámbito mundial.

GRÁFICA I.1 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL MUNDO
(miles de m³/hab./año)



FUENTE: ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (ONU) (1997)

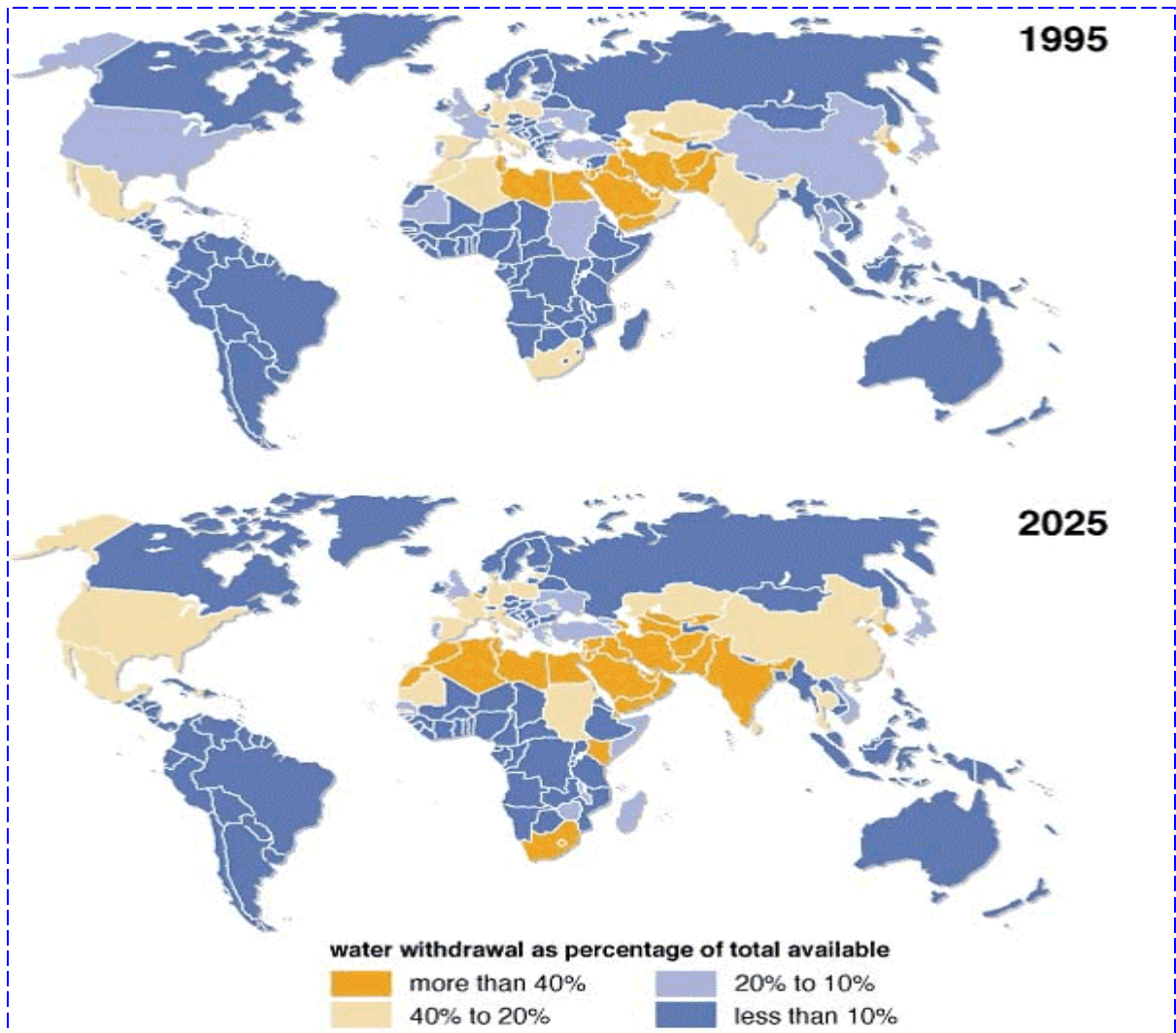
En México, para el año 2001 la CNA [2003] estimó la disponibilidad mínima de 190 m³/hab/año en el Valle de México (Región Administrativa XIII); la máxima de 25,843 m³/hab/año en Chiapas y Tabasco (Región Administrativa XII) y; **el promedio nacional fue de 4,685 m³/hab/año**. Las estimaciones fueron realizadas en función del escurrimiento superficial virgen medio y la recarga media de acuíferos al año 2001.

Según el Informe sobre el Estado de la Población Mundial (ONU), la población del planeta aumenta a razón de 78 millones por año, lo cual sin pensar en el uso racional de sus recursos, hará que un cuarto de los países sufra escasez de agua dulce dentro de 50 años, situación que se presenta como un asunto no solo de desarrollo sustentable, sino de sobrevivencia que deberá ser atendido por los diferentes grupos de investigación, los cuales deberán plantear estrategias adecuadas para vincular sus trabajos con las necesidades de la población. En ese mismo informe sobre el Estado de la Población Mundial, se indica que para el 2005 el panorama se apreciará, con casi 2000 millones de personas en busca de agua potable, ya que hoy el 8% de los habitantes del planeta (más de 430 millones) ve afectada su provisión. Cabe mencionar que este es el aspecto más negativo del crecimiento.

Respecto de 1950 hay un 50% menos de hectáreas dedicadas al cultivo de cereales. Países como Japón y Corea del Sur, solamente cultivan el 0.03% de su superficie per cápita e importan el 70% de sus cereales. Lo anterior implica la integración de grupos

interdisciplinarios de investigación que atiendan esta problemática con visión de largo plazo y de desarrollo sustentable.

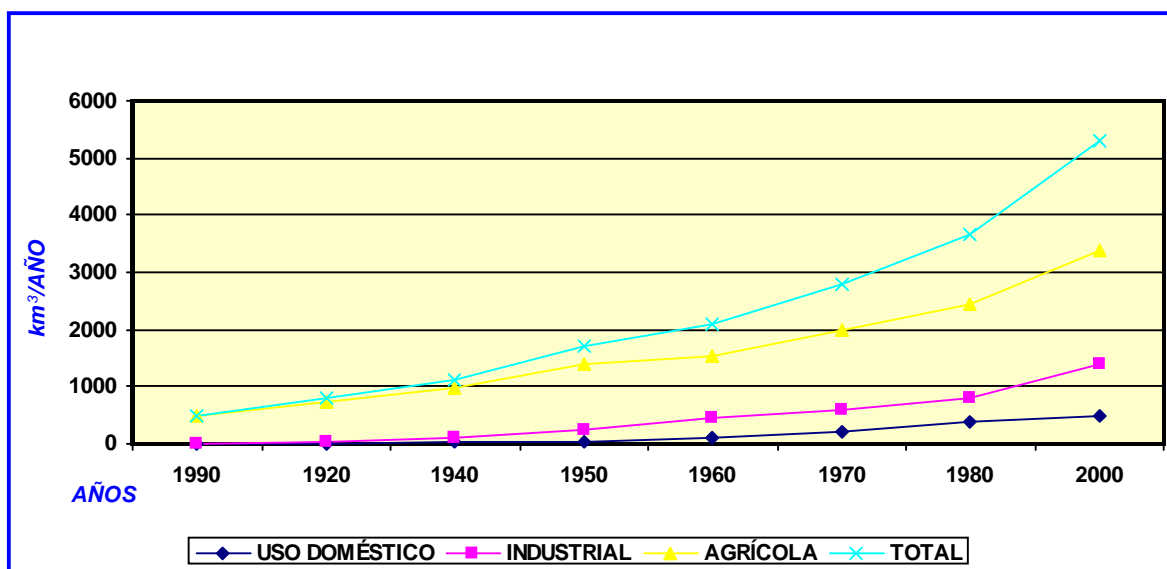
FIGURA I.1 EXTRACCIÓN MUNDIAL DEL AGUA, COMO UN PORCENTAJE DEL TOTAL DISPONIBLE



- La presión a los recursos hidráulicos se define de la siguiente manera:
- Baja: menos del 10% del total disponible es una extracción moderada
- Media alta: 10- 20% del total disponible
- Extracción intensa: 20-40% del total disponible
- Extracción muy intensa: más del 40% del total disponible

FUENTE: ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (WMO) 1996

GRÁFICA I.2 CONSUMO MUNDIAL DE AGUA



FUENTE: BISWAS 1992

En México el Grado de Presión sobre el recurso hídrico es muy variable teniendo extracciones “Muy Intensas” en Regiones Administrativas como la XIII con 126%, la I con 97%, y en contraste, la XI con “Escasa Presión” (7%). Lo cual implica serios problemas para el desarrollo de las actividades productivas en las regiones norte, noroeste y del altiplano, que son precisamente las zonas en donde se concentran los núcleos urbanos e industriales. [CNA 2003].

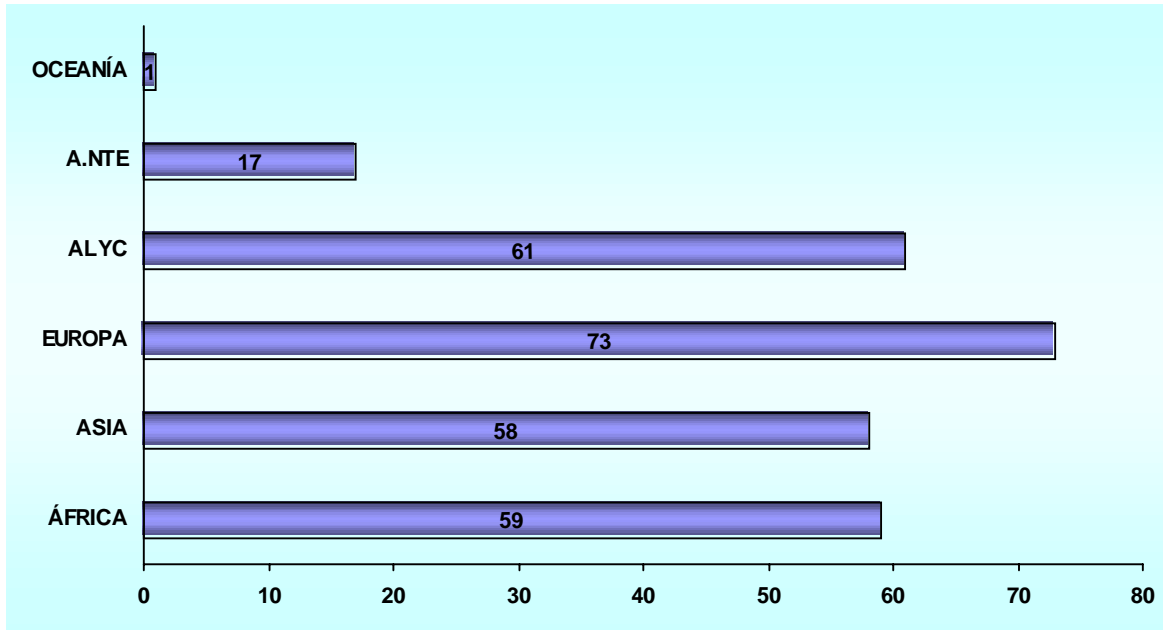
Adicionalmente, las discusiones entre las naciones por el uso de los ríos, del agua para riego y la generación de energía hidroeléctrica constituirán las futuras hipótesis de conflicto. En la Declaración Ministerial de la Haya (2000), se destacó el siguiente objetivo al respecto: “Promover una cooperación pacífica y desarrollar una sinergia con los diferentes usos del agua en todos los ámbitos, cuando esto sea posible, dentro de los estados y, en los casos de recursos hídricos fronterizos y transfronterizos, entre los estados involucrados a través de una gestión sostenible de las cuencas fluviales y otros acercamientos adecuados.

Según la UNESCO [2003-1], comparadas con las 214 cuencas transfronterizas que existían en 1978, para el año 2002, ya existían 263: 59 en África, 58 en Asia, 73 en Europa, 61 en América Latina y el Caribe, 17 en América del Norte y 1 en Oceanía (Gráfica I.3). 145 naciones tiene territorios dentro de cuencas transfronterizas y 21 se sitúan totalmente dentro de una de ellas. 12 países tienen más de un 95% de su territorio en una o más cuencas transfronterizas. Aproximadamente un tercio de las 263 cuencas transfronterizas son compartidas entre más de dos países. 19 cuencas involucran a cinco o más países: 18 naciones ribereñas se sitúan a lo largo de la cuenca del Danubio. Entre 9 y 11 países comparten cinco cuencas. Trece cuencas cuentan entre 5 y 8 naciones a lo largo de sus respectivos ríos.

De igual manera la UNESCO [2003-1] reporta que hubo 1831 interacciones, tanto conflictivas como cooperativas, en los últimos cincuenta años. En 7 disputas hubo violencia y

se presentaron 507 episodios conflictivos. Se firmaron del orden de los 200 tratados, con un total de 1228 eventos cooperativos.

GRÁFICA I.3 CUENCAS TRANSFRONTERIZAS POR CONTINENTE



FUENTE UNESCO [2003-1]

Internamente, en nuestro país ya se han presentado conflictos por el uso del agua entre diferentes entidades federativas, teniendo que decidir prioridades entre el uso doméstico urbano y el riego. Durante el año 2002 los gobiernos de los estados de Nuevo León y Tamaulipas protagonizaron serias diferencias por el agua, cuando ambos pretendían el control de los escurrimientos del río de San Juan, así como los de Guanajuato y Jalisco, por el aprovechamiento de la cuenca Lerma- Chapala. En 2003, la confrontación entre los gobiernos del Estado de México y el Distrito Federal, mediante la cual el primer gobierno acusa a la federación de haber incumplido los acuerdos de 1996 en cuanto a no sobreexplotar los cuerpos de agua de la entidad. El asunto fue llevado a la Suprema Corte de Justicia de la Nación en espera de que el recurso sea aprovechado por el Estado de México y no por los habitantes del Distrito Federal. Nuevamente se requiere la opinión multidisciplinaria para la adecuada toma de decisiones y desde luego el compromiso de la parte ingenieril debe mostrar su vocación de servicio, pero ante todo, su capacidad para investigar y encontrar soluciones integrales (sociedad, ambiente, economía) de uso óptimo y reciclaje del recurso agua.

El Fondo de Población para las Naciones Unidas (FUNAP) advierte sobre la intensificación del llamado cambio climático, causado por la emisión de gases, que haría subir entre 1 y 3.5 °C la temperatura global, lo cual está directamente relacionado con la actividad humana y evidentemente con el incremento de la población y con otra preocupación importante que es la elevación del nivel de los mares, entre 15 y 95 centímetros para el siglo XXI, sumado a inundaciones, el aumento de la salinidad en espejos de agua por efecto de evaporación. El informe detalla que es probable que siga variando el régimen de precipitaciones pluviales y que, potenciado por los cambios térmicos, altere la productividad agrícola y haya un

corrimiento de las franjas productivas. Fenómenos como “El Niño” y “La Niña” son un ejemplo de los retos que quedan por estudiar, entender y predecir con tal precisión que se impidan los desastres naturales derivados de la aparición de tales eventos. Tal es el caso para el norte de Veracruz y sur de Tamaulipas, en el cual se ha detectado la anomalía debida al cambio climático y la disminución de la precipitación (Rodríguez 2000).

A principios del siglo XX, había aproximadamente 1,500 millones de personas, lo que representa que se ha cuadruplicado la población en cien años. En 1927 se contaba ya con 2,000 millones y para 1960 1,000 millones más. Se llegó a 4,000 millones en 1974 y trece años después el índice llegó a 5,000 millones de personas. Esta explosión demográfica es resultado de la declinación en las tasas de mortalidad y del crecimiento de los índices de expectativa de vida.

Varios países de África, Asia y América se encuentran ya en una situación de baja disponibilidad per cápita de agua: China, Cuba, El Salvador, Jamaica, Malí, Nigeria, Senegal y México están catalogados con disponibilidad baja; la India y Sudán se encuentran en un nivel muy bajo; Níger y Ucrania se encuentran con una disponibilidad crítica. Como puede apreciarse algunos países subdesarrollados tienen actualmente problemas de disponibilidad de agua y en el futuro se incorporarán otros, debido no sólo a problemas de contaminación, sino al rápido crecimiento de la población [Mundo 2000].

En otro aspecto relacionado con el recurso agua, a principios de la década de los noventa, las primeras potencias productoras de hidroelectricidad eran Canadá y Estados Unidos. Canadá produce 60% de su electricidad de centrales hidráulicas. Los países en los que constituye fuente de electricidad más importante son Noruega (99%), Zaire (97%) y Brasil (96%). La central de Itaipú, en el río Paraná, está situada entre Brasil y Paraguay, se inauguró en 1982 y tiene la mayor capacidad generadora de mundo con una potencia instalada de 12,600 Mw; en segundo lugar Gurí en Venezuela, con 10,200 M; en tercer lugar está el complejo Grand Coulee, en los Estados Unidos con 6,500 Mw y; en cuarto lugar la central de Sayano Shushenskava, en Rusia, con 6,400 Mw de potencia instalada; en quinto lugar está otra central rusa, Krasnoyarsk, con 6,000 Mw; siguen en importancia dos centrales canadienses Le Grande con 5,000 Mw y Churchill Falls con 4,800 Mw. La mayor central brasileña, la de Tucuruí, en el Pará, tiene potencia instalada de 4,200 Mw. Se encuentra en construcción la central hidroeléctrica de las Tres Gargantas en China, que tendrá una potencia instalada de 18,200 Mw, sin embargo el rendimiento de la central de Itaipú seguirá siendo mayor al generar 93.4 mil millones de kwh/año, mientras que la de Tres Gargantas generará 84 mil millones de kwh/año (referencia <http://www.itaipu.gov.br/>).

En algunos países se han instalado centrales hidroeléctricas pequeñas, con capacidad para generar entre un kilovatio y un megavatio. En muchas regiones de China, por ejemplo, estas pequeñas presas son la principal fuente de electricidad. Otras naciones en vías de desarrollo están utilizando este sistema con buenos resultados.

La UNESCO [2003-1] ha declarado que la energía hidráulica juega un rol importante en la reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero. Si se desarrollara la mitad del potencial de energía hidráulica económicamente viable se podría reducir alrededor de 13% de las emisiones. Las principales desventajas de la construcción de presas, incluyen el necesario desplazamiento de la población y la degradación del ecosistema, lo cual incluye pérdidas de biodiversidad y humedales, así como la proliferación de especies invasoras. Aproximadamente 2.5 millones de personas que habitan en países en desarrollo,

básicamente en zonas rurales, tienen un acceso reducido a servicios de energía comerciales. Más de 2 millones de niños murieron por enfermedades respiratorias severas en el año 2000; 60% de estos casos estuvieron asociados con factores de contaminación del aire en recintos internos y con otros factores ambientales. La energía hidráulica es la fuente renovable de electricidad más importante y más utilizada en el mundo debido a que representa el 19% de la producción total de electricidad.

I.1.1 AGENCIAS INTERNACIONALES Y SUS RECOMENDACIONES, DECLARACIONES Y CONFERENCIAS.

Existe una serie de agencias internacionales encargadas de convocar a todos los países interesados en conocer la problemática del recurso agua y desde luego en participar en los trabajos que conduzcan hacia el desarrollo de alternativas de solución a tan grave problema. A continuación citaremos algunas de las agencias internacionales más importantes y sus declaraciones, a través de las cuales, permanentemente están realizando reuniones de trabajo para lograr acuerdos conjuntos en beneficio de la investigación básica y aplicada, el desarrollo tecnológico, intercambio de especialistas y equipo de monitoreo, así como en la formación de recursos humanos, que atiendan la administración, explotación, conservación y reuso del recurso agua.

I.1.1.1 DECLARACIÓN DE DUBLÍN SOBRE EL AGUA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

En la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en Dublín, Irlanda, del 26 al 31 de enero de 1992, se reunieron quinientos participantes, entre los que figuraban expertos designados por los gobiernos de cien países y representantes de ochenta organizaciones internacionales, intergubernamentales y no gubernamentales. Los expertos consideraron que la situación de los recursos hídricos mundiales se estaba volviendo crítica. En su sesión de clausura la Conferencia adoptó la Declaración de Dublín y el Informe de la Conferencia.

Los participantes en la CIAMA realizaron un llamado para tener un enfoque radicalmente nuevo en términos de evaluación, aprovechamiento y gestión del recurso de agua dulce. Logrando conseguir lo anterior, gracias a un compromiso político y a la participación desde las más altas esferas de gobierno, hasta las comunidades más elementales. Evidentemente, este compromiso debería apoyarse con inversiones considerables e inmediatas, campañas de sensibilización, modificaciones en el campo legislativo e institucional, desarrollo de tecnología y en programas que estimulen la creación de capacidades.

Al encomendar la Declaración de Dublín a los dirigentes mundiales reunidos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro, en junio de 1992, los participantes en la CIAMA instan a todos los gobiernos a que examinen detenidamente las diferentes actividades y medios de ejecución recomendadas en el Informe de la Conferencia, y a traducir esas recomendaciones en programas de acción urgentes sobre el AGUA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.

PRINCIPIOS RECTORES DE LA DECLARACIÓN DE DUBLÍN:

Se precisa una acción concertada para invertir las actuales tendencias de consumo excesivo, la contaminación y las amenazas crecientes derivadas de la sequía y las crecidas.

El informe de la CIAMA formula recomendaciones para que se adopten medidas en las esferas local, nacional e internacional, teniendo presente cuatro principios rectores.

- Principio N°1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integral que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca hidrológica o un acuífero.

- Principio N°2. El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.

El planteamiento basado en la participación implica que los responsables de las políticas y el público en general cobren mayor conciencia de la importancia del agua. Este planteamiento entraña que las decisiones habrían de adoptarse al nivel más elemental apropiado. Con la realización de consultas públicas y la participación de los usuarios en la planificación y ejecución de los proyectos sobre el agua.

- Principio N°3. La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.

Este papel primordial de la mujer como proveedora y consumidora de agua y conservadora del medio ambiente viviente rara vez se ha reflejado en disposiciones institucionales para el aprovechamiento y la gestión de los recursos hídricos. La aceptación y ejecución de este principio exige políticas efectivas que aborden las necesidades de la mujer y la preparen y doten de la capacidad de participar, en todos los niveles, en programas de recursos hídricos, incluida la adopción de decisiones y la ejecución, por los medios que ellas determinen.

- Principio N° 4. El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso, con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo, favoreciendo la conservación y protección de los recursos hídricos.

Teniendo presente estos cuatro principios rectores, los participantes en la CIAMA, elaboraron recomendaciones que permitirán a los países afrontar sus problemas en materia de recursos hídricos en una amplia variedad de frentes. Los principales beneficios que emanaron de la aplicación de las recomendaciones de Dublín fueron las siguientes:

- Mitigación de la pobreza y de las enfermedades
- Protección contra los desastres naturales
- Conservación y reaprovechamiento del agua
- Desarrollo urbano sostenible

- La producción agrícola y el abastecimiento del agua en el medio rural
- Protección al ecosistema acuático
- Solución a conflictos derivados del agua. *En los decenios venideros, la gestión de cuencas internacionales cobrará gran importancia. Por consiguiente, se deberá atribuir alta prioridad a la elaboración y ejecución de planes integrados de gestión, refrendados por todos los gobiernos (en los tres niveles de gestión) afectados y respaldados por acuerdos internacionales*
- El medio ambiente favorable. Inversiones y recursos humanos adecuados
- La base de conocimientos. Medición de componentes del ciclo del agua, en cantidad y calidad
- Creación de capacidades. Formación profesional en materia de evaluación y gestión de recursos hídricos
- Medidas de seguimiento

I.1.1.2 DECLARACIÓN DE SAN JOSÉ

De acuerdo con la decisión de la Asamblea General de las Naciones Unidas, a partir de 1993, el 22 de marzo se celebró el Día Mundial del Agua. Este día fue una ocasión no sólo para reflexionar sobre numerosos problemas relacionados con el agua a los que habrá que hacer frente en los años venideros, si no que se trató también de un día festivo en reconocimiento del importante papel que desempeña el agua en cada uno de los aspectos de nuestra vida.

Es importante mencionar la "Declaración de San José", realizada en la Conferencia sobre Evaluación y Estrategias de Gestión de Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe. La conferencia fue organizada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre Evaluación y Estrategias de Gestión de Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe (San José, 8-11 de mayo de 1996) elaboró un "Plan de Acción para la Gestión y Evaluación de Recursos en América Latina y el Caribe". Asistieron a la reunión 150 representantes principales y expertos de organismos encargados de los recursos hídricos de 33 países de América Latina y el Caribe y de 29 organizaciones regionales e internacionales.

El propósito de la reunión fue elaborar un Plan de Acción dentro de contexto del desarrollo sostenible, para que la evaluación completa y la gestión integrada de los recursos hídricos reflejen las necesidades socioeconómicas de los países y sus poblaciones, así como la preservación del medio ambiente. En dicho Plan, los órganos nacionales encargados de los recursos hídricos desempeñarán un importante papel y tratarán de lograr su autosuficiencia.

El Plan de Acción fue preparado de conformidad con los resultados del Informe UNESCO/OMM sobre la Evaluación de los Recursos Hídricos (1991) y varios estudios sobre la gestión de recursos hídricos realizados por organizaciones regionales, organismos de las Naciones Unidas y el BID, en colaboración con los países interesados. El Plan de Acción ha tenido en cuenta los principios del Capítulo 18 del Programa 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) (1992), y estrategias en desarrollo por el BID. Tomó en cuenta también el reciente llamado de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible (1994) relativo a la evaluación completa y gestión integrada de los recursos de agua dulce y el Acuerdo para prevenir la contaminación, del Plan de Acción de la Cumbre de las Américas (1994).

La evaluación de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe debe basarse en una fuerte determinación para lograr la autosuficiencia, la eficiencia y la efectividad. Con este fin, los órganos encargados de los recursos hídricos, así como las instituciones y las comunidades interesadas, deberán coordinar e integrar sus esfuerzos para desarrollar políticas, estrategias, leyes y normas nacionales. Los programas deberán reflejar las necesidades socioeconómicas y ecológicas de los países y servir a los intereses y necesidades de los usuarios en el ámbito local y comunitario, teniendo en cuenta la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad, tomando como base la cuenca como unidad de gestión. Debe lograrse un mejor empleo de los recursos humanos y financieros; un mejor apoyo a los programas de recopilación de datos y de vigilancia para el desarrollo sostenible; y un incremento en los esfuerzos que permitan la participación de la comunidad. En particular, deberá prestarse atención a la creciente demanda de recursos hídricos, los graves problemas debidos a la contaminación del agua, los obstáculos para atender las necesidades de abastecimiento de agua de una población urbana que crece rápidamente, y la necesidad de preservar el medio ambiente. En aquellos países donde estas acciones hayan sido ya emprendidas se deberán hacer los esfuerzos necesarios para incentivar el uso racional y la protección del agua.

El Plan de Acción que recomendó la Conferencia abarca las esferas de gestión integrada de los recursos hídricos, el marco institucional y legal, la evaluación completa de recursos hídricos, información básica para la gestión integrada de los recursos hídricos, recursos humanos y su capacitación, educación y participación de la comunidad, desastres naturales, recursos hídricos transfronterizos, papel de los organismos internacionales, recomendaciones regionales y el seguimiento al Plan de Acción. El Plan de Acción también se formuló para alentar una mayor cooperación bilateral entre países y el mejor empleo de organizaciones regionales y de apoyo externo.

La conferencia recomendó:

- ❖ Que de la Declaración de San José y el Plan de Acción, sean presentados al Segundo Diálogo Interamericano de Recursos Hídricos promovido por la Organización de los Estados Americanos (OEA), el cual se llevaría a cabo en Buenos Aires Argentina en Septiembre de 1996, con el propósito de que fueran considerados en la preparación de la Agenda de la Cumbre Hemisférica sobre Desarrollo Sostenible (Bolivia, diciembre de 1996).
- ❖ Que los gobiernos de Centroamérica apoyen en toda su extensión La Carta Centroamericana del Agua, producto de la reunión sobre “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos del Istmo Centroamericano”, llevada a cabo del 9 al 12 de agosto de 1994, en la sede del Parlamento Centroamericano (PARLACEN), Guatemala.

I.1.1.3 PROGRAMA HIDROLÓGICO INTERNACIONAL (UNESCO)

Es importante citar que la UNESCO tiene un Programa Hidrológico Internacional (PHI) y deriva del mismo, un apartado especial para América Latina y el Caribe (<http://www.unesco.org.uy/pm/temas.htm> 31/enero/2003), el cual tiene como objetivo principal mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región a través del desarrollo científico y tecnológico de las ciencias del agua.

El PHI tiene un enfoque holístico, multiobjetivo y multidimensional basado en los Principios de Dublín, la Agenda 21(Capítulo 18), la Ciencia para el Siglo XXI (Budapest capítulo 2.2) y la Declaración de Santa Cruz de la Sierra (iniciativas 47 a 57) [UNESCO 2003-1].

El tema general de la fase VI (PHI- VI) es: “El agua, fenómeno de interacción: sistemas en peligro y problemas sociales”. Al definir los elementos esenciales de la investigación para los años 2002-2007, quedó en evidencia que existía una ausencia de investigación a fondo de la ciencia y la política del agua “en los márgenes”. Algunas de las interacciones que se investigaran con mayor detalle durante la fase VI son las que se producen entre:

- Aguas superficiales y freáticas
- La parte atmosférica y la terrestre del ciclo hidrológico
- Agua dulce y agua salobre
- Cuencas hidrográficas a nivel global y fluvial
- Cantidad y calidad
- Masas de agua y los ecosistemas acuáticos
- Ciencia y política
- Agua y civilización

La quinta fase estimuló una mayor interrelación entre investigaciones científicas, su aplicación y la educación. Se hizo especial énfasis en una planificación y una gestión integradas de los recursos hídricos, considerando el medio ambiente. En la sexta fase se parte del principio fundamental de que el agua dulce es tan esencial para el desarrollo duradero, como lo es para la vida y de que el agua, además de sus funciones geofísica, química y biológica en el ciclo hidrológico, tiene valores sociales, económicos y ecológicos interrelacionados que se respaldan mutuamente. En lo referente a la gestión, en esta fase se promueve la gestión integrada de los recursos hídricos. Esta gestión deberá integrar investigaciones que la respalden, para lo cual serán necesarios planteamientos inter y multidisciplinarios así como un aumento de la cooperación y la asociación en la ejecución de los programas de investigación.

La sexta fase del PIH, (PHI-VI. Período 2002- 2007) esta planeada para atender los aspectos sociales de los recursos hídricos, sin minimizar la preocupación principal de estudiar la existencia y la distribución del agua en el entorno natural. Gracias a la incorporación de la dimensión social se satisface la necesidad de una gestión mejorada y eficiente de los recursos hídricos y de un conocimiento preciso del ciclo hidrológico para la evaluación adecuada de los recursos hídricos.

A la fecha, se considera que la administración del agua, se ha realizado en forma fragmentada, debido a que se han considerado, por ejemplo, por separado las aguas superficiales y las freáticas, sin considerar su interdependencia. En diferentes casos, no se administran los recursos hídricos junto con las tierras. Los planes de abastecimiento de agua, que finalmente generan cantidades inmensas de agua desperdiciada en las zonas de consumo, se conciben y aplican normalmente, sobre todo en países en vías de desarrollo, sin las correspondientes redes de drenaje, ni las instalaciones de tratamiento de aguas residuales que se requieren. La ciencia y la política hídrica son consideradas por separado, esta fragmentación de las metodologías impide, el adecuado análisis hidrológico a escalas regional, continental y mundial.

De acuerdo a las interacciones que se dan en torno al agua, el desarrollo tecnológico para la obtención de datos y la mejora de la modelización de los procesos y de las interacciones, los aspectos pertinentes de la sexta fase sobre investigaciones hidrológicas, gestión de los recursos hídricos y educación, se concentran en cinco temas, cuya fortaleza es la transición y la interacción de la escala mundial a la escala de las cuencas, con el propósito de estudiar las complejas relaciones existentes entre el agua y la sociedad y la necesidad general del conocimiento, informaciones y transferencia de tecnología [UNESCO 2000], temas que a continuación se mencionan:

- Los cambios mundiales y los recursos hídricos
 - La distribución mundial de los recursos: el abastecimiento y la calidad del agua (*)(**)
 - Estimación mundial del uso y consumo del agua (**)
 - Evaluación integrada de los recursos hídricos en el contexto de las actividades terrestres efectuadas en todo el mundo y del cambio climático (*)(**)

- La dinámica integrada de las cuencas y los acuíferos
 - Los fenómenos extremos y la gestión de los recursos terrestres e hídricos (*)
 - Las cuencas fluviales y los acuíferos internacionales (*)
 - Las cuencas endorreicas (*)
 - Metodologías de gestión integrada de las cuencas fluviales (*)(**)

- La hidrología de los hábitats terrestres
 - Las zonas áridas y semiáridas (*)(**)
 - Los humedales (*)
 - Las zonas montañosas (*)(**)
 - Las islas pequeñas y las zonas costeras (*)
 - Las zonas urbanas y los asentamientos rurales (*)

- El agua y la sociedad
 - El agua, la civilización y la ética
 - El valor del agua
 - Los conflictos por el agua: su prevención y solución (**)
 - La seguridad humana en las catástrofes relacionadas con el agua y los entornos en curso de degradación (*)(**)
 - La concientización de la población acerca de las interacciones del agua (*)(**)

- La educación y la formación en recursos hídricos
 - La mejora de las técnicas y los materiales didácticos (*) (**)
 - La educación y la capacitación permanente de determinados grupos destinatarios escogidos (*)
 - Cómo acabar con las diferencias en materia de informática (*)
 - El desarrollo de instituciones y la creación de redes para las actividades WET (*)

(*) Conexiones con FRIEND (**) Conexiones con HELP

Se han determinado dos componentes transversales del PHI: FRIEND (proyecto sobre los regímenes de flujos determinados a partir de series de datos experimentales internacionales y de red) y HELP (la hidrología al servicio del medio ambiente, la vida y las políticas), las cuales, debido a su concepto operativo, interactúan con todos los temas.

La compatibilidad de los temas principales con los transversales, fue programada además con la intención de hacer a estos últimos, completamente financiables con fuentes extrapresupuestarias o externas, estructura que explica las necesidades financieras considerablemente superiores y la escala temporal más larga de los proyectos de HELP, que en el caso de los correspondientes al marco temporal y presupuestario ordinario del PHI.

El proyecto FRIEND inició en 1985 en Europa durante la tercera fase del PHI, partiendo de la premisa de que se alcanzarían mejoras si los hidrólogos intercambiaban datos y experiencias con sus homólogos de los países vecinos. A la fecha se han instalado ocho proyectos regionales en Europa septentrional, África meridional, la región de los Alpes y el Mediterráneo, África occidental y central, la región Hindú- Kush Himalaya, la región del Pacífico asiático, cuenca del Nilo y el Caribe. Actualmente se está estudiando la posibilidad de otros proyectos regionales FRIEND en Asia Central, América del Sur y América del Norte.

El proyecto FRIEND tiene como finalidad atender el problema de la evaluación y la gestión de los recursos hídricos gracias a investigaciones aplicadas sobre problemas de alcance regional. Se trata de un estudio internacional realizado en colaboración cuyo propósito principal es fomentar, mediante el intercambio mutuo de datos, conocimientos y técnicas en el plano regional y mejorar la comprensión de la variabilidad y la similitud hidrológica en el tiempo y en el espacio. Los conocimientos avanzados de los procesos hidrológicos y los regímenes de caudal obtenidos gracias a FRIEND ayudan a mejorar los métodos de gestión de los recursos hídricos.

HELP es una iniciativa que pretende establecer una red mundial de cuencas para mejorar los vínculos entre la hidrología y las necesidades de la sociedad. En numerosos foros nacionales e internacionales han reconocido la importancia vital del agua para la salud de los seres humanos y del medio natural, pero ningún programa ha abordado problemas esenciales de la gestión de los recursos hídricos sobre el terreno, ni los ha integrado con las políticas y la gestión pública. HELP tiene por objeto modificar esta situación, creando un nuevo planteamiento de gestión integrada de cuencas se prevé que esta iniciativa atienda fundamentalmente a los problemas y a la demanda respecto de cinco cuestiones normativas esenciales:

- Agua y clima
- Agua y alimentos
- Calidad del agua y salud
- Agua y medio ambiente
- Agua y conflictos

Adicionalmente, se creó el Programa Internacional Conjunto sobre los Isótopos en la Hidrología, con el propósito de lograr la coherencia en el concepto y la metodología de HELP y una pertinencia por lo que se refiere a los cinco temas de la PHI-VI.

La propia UNESCO ha establecido el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, a través del cual se pretende desarrollar los instrumentos y competencias necesarios para mejorar la comprensión de los procesos fundamentales, las prácticas de gestión y las políticas que contribuirán a mejorar la calidad y suministro de agua dulce del planeta [UNESCO 2003-1].

I.1.1.4 ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL

Dentro de las múltiples agencias internacionales encargadas del estudio del elemento agua y los fenómenos que se generan alrededor del mismo, existe la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (<http://www.wmo.ch>). Desde la predicción meteorológica hasta la investigación sobre la contaminación del aire, pasando por el cambio climático, los estudios del agotamiento de la capa de ozono y la predicción de las tormentas tropicales, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) coordina la actividad científica mundial para que la información meteorológica, y otros servicios lleguen con rapidez y precisión cada vez mayores al público, al usuario privado y comercial, a la navegación aérea y marítima internacional. Las actividades de la OMM contribuyen a la seguridad de vidas y bienes, al desarrollo socioeconómico de las naciones y a la protección del medio ambiente.

Con sede en Ginebra, esta Organización cuenta con 185 miembros, forma parte de las Naciones Unidas y es la voz científica y autorizada en cuanto concierne al estado y al comportamiento de la atmósfera y el clima de la Tierra.

Los fines de la OMM son facilitar la cooperación internacional en servicios y observaciones meteorológicas, promover el intercambio rápido de información meteorológica, la normalización de las observaciones meteorológicas y la publicación uniforme de observaciones y estadísticas. También fomenta la aplicación de la meteorología a la navegación aérea y marítima, a los problemas del agua, a la agricultura y a otras actividades humanas, promueve la hidrología operativa y estimula la investigación y capacitación en meteorología.

Los miembros se agrupan en seis Asociaciones Regionales: África, Asia, Europa, América del Norte Y América Central, América del Sur y Suroeste del Pacífico. Cada una de ellas se reúne cada cuatro años, coordina las actividades de meteorología e hidrología operativa en sus regiones, y examina las cuestiones que le ha remitido el Consejo. La OMM tiene ocho Comisiones Técnicas sobre: meteorología aeronáutica, meteorología agrícola, ciencias atmosféricas, sistemas básicos, climatología, hidrología, instrumentos y métodos de observación y meteorología marina. Cada una de ellas se reúne cada cuatro años.

Entre los principales programas científicos y técnicos de la OMM figura la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM), piedra angular de las actividades de esta Organización. La VMM suministra en el ámbito mundial información meteorológica de última hora a través de los sistemas de observación y enlaces de telecomunicaciones a cargo de los miembros. Estos sistemas se apoyan en los elementos siguientes: cuatro satélites de órbita polar, cinco satélites geoestacionarios, aproximadamente 10,000 estaciones de observación terrestres, 7,000 estaciones de buque y 300 boyas fondeadas y a la deriva equipadas con estaciones meteorológicas automáticas.

Al combinar los medios y servicios que aportan los países miembros, la finalidad primordial del Programa es dar una información meteorológica, geofísica y ambiental conexas que les permita mantener la eficiencia de sus servicios meteorológicos. Las instalaciones y medios que se encuentran en regiones exteriores a un territorio nacional (espacio exterior, zonas oceánicas y la Antártida) son mantenidos por los miembros con carácter voluntario. La vigilancia Meteorológica Mundial consta de un sistema Mundial de Observación, un Sistema Mundial de Proceso de Datos y Actividad de Apoyo a los sistemas.

I.1.1.4.1 Programa Mundial sobre el Clima (PMC)

Las cuestiones relativas al clima y al cambio climático son una gran preocupación mundial en el decenio de 1990. La concentración y conservación de los datos climatológicos ayuda a los gobiernos a preparar planes nacionales de desarrollo y a determinar sus políticas para hacer frente al cambio de la situación. Establecido en 1979, el Programa Mundial sobre el Clima (PMC) tiene los componentes siguientes: Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima (PMDVC), Programa Mundial de Aplicaciones y Servicios Climáticos (PMASC), Programa Mundial de Evaluación del Impacto del Clima y Estrategias de Respuesta (PMEICER), y Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC). El PMC recibe el apoyo del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), que proporciona información exhaustiva sobre todo el sistema climático, abarcando todos los componentes del sistema climático: atmósfera, biosfera, criosfera y océanos.

Los objetivos del PMC son los siguientes:

- ❖ Utilizar la información climática existente para mejorar la planificación económica y social.
- ❖ Mejorar la comprensión de los procesos climáticos mediante la investigación, con el propósito de determinar la predicibilidad del clima y el grado de influencia del hombre en el mismo y detectar, advirtiendo de ello a los gobiernos, las variaciones o cambios climáticos inminentes, naturales o de origen humano, que pueden afectar considerablemente las actividades humanas esenciales.

Para evaluar la información disponible sobre la ciencia, los efectos y la diversidad de problemas económicos y de otro tipo relacionados con el cambio climático, en particular un posible calentamiento mundial inducido por las actividades humanas, la OMM y el PNUMA han establecido el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático OMM/PNUMA (IPCC) en 1988.

I.1.1.4.2 Programa de Investigación de la Atmósfera y el Medio Ambiente (PIAMA)

El Programa de Investigación de la Atmósfera y el Medio Ambiente (PIAMA) coordina y fomenta la investigación sobre la estructura y composición de la atmósfera, sobre la física y química de las nubes y la investigación de la modificación artificial del tiempo, y la investigación de la meteorología tropical y de la predicción meteorológica.

Los principales objetivos de este programa son:

- ❖ Ayudar a los miembros que lo integran, a ejecutar proyectos de investigación.
- ❖ Difundir información científica pertinente
- ❖ Señalar a la atención de los miembros problemas de investigación pendientes de solución que revisten capital importancia, tales como la composición de la atmósfera y los cambios climáticos.
- ❖ Alentar y ayudar a los miembros que lo integran, a que introduzcan los resultados de la investigación en la predicción operativa u otras técnicas apropiadas en actividades prácticas, en especial cuando acarrear cambios de procedimientos, para lo que es necesario la cooperación y el acuerdo internacional.

El Programa consta de la Vigilancia de la Atmósfera Global, El Programa de Investigación sobre Meteorología Tropical y el Programa de Investigación sobre Física y Química de las Nubes y Modificación Artificial del Tiempo.

Otra actividad de suma importancia fue la creación de la Red de Control de la Contaminación General Atmosférica (BAPMoN) cuyas observaciones aportaron entre otras cosas, la prueba de la concentración cada vez mayor de gases de efecto invernadero tales, como el CO₂ y el metano, en la atmósfera. En 1989, la red de control del ozono y la BAPMoN pasaron a formar parte de la Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM (VAG). Las decisiones de política nacional e internacional que afectarán al medio ambiente en el siglo XXI estarán basadas en los datos científicos reunidos por la VAG, lo que contribuirá al nuevo Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), que utilizará los sistemas existentes, tales como la VMM y programas como la VAG, perfeccionándolos e intensificándolos en lo necesario. También se establecerá un Sistema Mundial de Observación de los Océanos para realizar mediciones físicas, químicas y ecológicas, como parte del SMOC.

I.1.1.4.3 Programa de Aplicaciones de la Meteorología.

La aplicación de la información meteorológica a numerosas actividades humanas es soporte de proyectos nacionales de desarrollo.

Desde la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación en 1977, la OMM ha venido trabajando con las Naciones Unidas en apoyo de las acciones internacionales de lucha contra la desertificación. Más recientemente, la Organización ha intervenido en las negociaciones conducentes a la concertación de una Convención Internacional de lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, particularmente en África. La Convención fue abierta a la firma en octubre de 1994.

El Programa de Aplicaciones de la Meteorología está destinado a ayudar a los miembros en la aplicación de la meteorología y la climatología al desarrollo social y económico, la protección de la vida y de los bienes materiales y el bienestar de la humanidad. Los cuatro componentes de este Programa son: Programa de Meteorología Agrícola, Programa de Meteorología Aeronáutica, Programa de Meteorología Marina y Actividades Oceanográficas Conexas y Programa de Servicios Meteorológicos para el público.

I.1.1.4.4 Programa de Hidrología y Recursos Hídricos

El Programa de Hidrología y Recursos Hídricos concentra su acción en el fomento de la cooperación a escala mundial en la evaluación de los recursos hídricos y la creación de redes y servicios hidrológicos, la concentración y proceso de datos, la predicción y avisos hidrológicos y el suministro de datos meteorológicos e hidrológicos con fines de diseño. Los tres componentes del Programa son: Programa de Hidrología Operativa, Sistemas Básicos, Programa de Hidrología Operativa – Aplicaciones y Medio Ambiente, y Programa sobre cuestiones Relacionadas con el Agua.

I.1.1.4.5 Programa de enseñanza y Formación Profesional

Las actividades de enseñanza y formación profesional de la OMM estimulan el intercambio de conocimientos científicos mediante cursos especiales, seminarios y materiales de capacitación. Mediante los programas de formación profesional se colocan cada año en cursos avanzados a varios cientos de especialistas. Entre otras actividades figuran las encuestas sobre necesidades de capacitación del personal, la creación de los programas de capacitación apropiados, el establecimiento y mejora de centros regionales de capacitación, así como la organización de cursos de capacitación, seminarios y conferencias.

I.1.1.4.6 Programa de Cooperación Técnica

Con el Programa de Cooperación Técnica (PCOT) se trata de acortar las distancias entre los países desarrollados y en desarrollo por medio de una transferencia sistemática de conocimientos e información en meteorología e hidrología. El PCOT ayuda a los miembros, en especial a los países en desarrollo, a conseguir el saber técnico y los equipos necesarios para el desarrollo de sus Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales. En sus esfuerzos para colmar las diferencias tecnológicas entre los servicios nacionales de los miembros en desarrollo y desarrollados, la OMM colabora con importantes asociados internacionales, tales como el PNUD, el PNUMA, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y los bancos regionales de desarrollo.

I.1.1.4.7 Recursos

La mayor parte de los fondos necesarios procede, con mucho, de los propios recursos asignados por los miembros al funcionamiento de los sistemas nacionales de observación, comunicación y proceso de datos proyectados y realizados en el marco de la OMM. La cifra máxima de gastos para el período financiero 1996–1999, aprobada por el Undécimo Congreso Meteorológico Mundial, asciende a 255 millones de francos suizos. (<http://www.wmo.ch>)

I.1.1.5 ASOCIACIÓN INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA (I.A.H.R.)

La Asociación Internacional para la Investigación Hidráulica (I.A.H.R.) con sede en Madrid España, define en su revista denominada Journal of Hydraulic Research, tres Divisiones Técnicas, que a continuación se enuncian y que necesariamente coinciden con la definición de los temas y líneas de investigación definidas en las Agendas de Investigación y Tópicos Futuros de Interés publicados en 1993 y 1999 [IAHR 1999]:

División I. Métodos en Hidráulica (Investigación Básica)

Secciones:

- Mecánica de Fluidos
- Hidroinformática
- Métodos Experimentales y Modelación Física
- Métodos Probabilísticos
- Instrumentación para Investigación Hidráulica
- Educación y Desarrollo Profesional

División II. Hidráulica Aplicada (Investigación Aplicada e Ingeniería)

Secciones:

- Máquinas Hidráulicas y Sistemas
- Gestión de Hidráulica Urbana
- Fenómenos de los Fluidos en Variaciones de Energía
- Gestión de Recursos Hidráulicos
- Flujos Industriales en dos Fases

División III. Hidráulica Geofísica (Investigación Básica y Aplicada. Ingeniería)

Secciones:

- Hidráulica Fluvial
- Hidráulica Marítima
- Hidráulica Subterránea
- Estudios de Glaciares e Ingeniería
- Eco- Hidráulica

La estructura de esta revista, derivada de la “Agenda de Investigación y Tópicos Futuros de Interés”, refleja las principales líneas de investigación que trabajan los países que integran la Asociación Internacional para la Investigación Hidráulica y que obedecen a una serie de necesidades de los diversos sectores privados, públicos, sociales y educativos, que están siendo atendidos por los diferentes grupos de investigación hidráulica en todo el mundo.

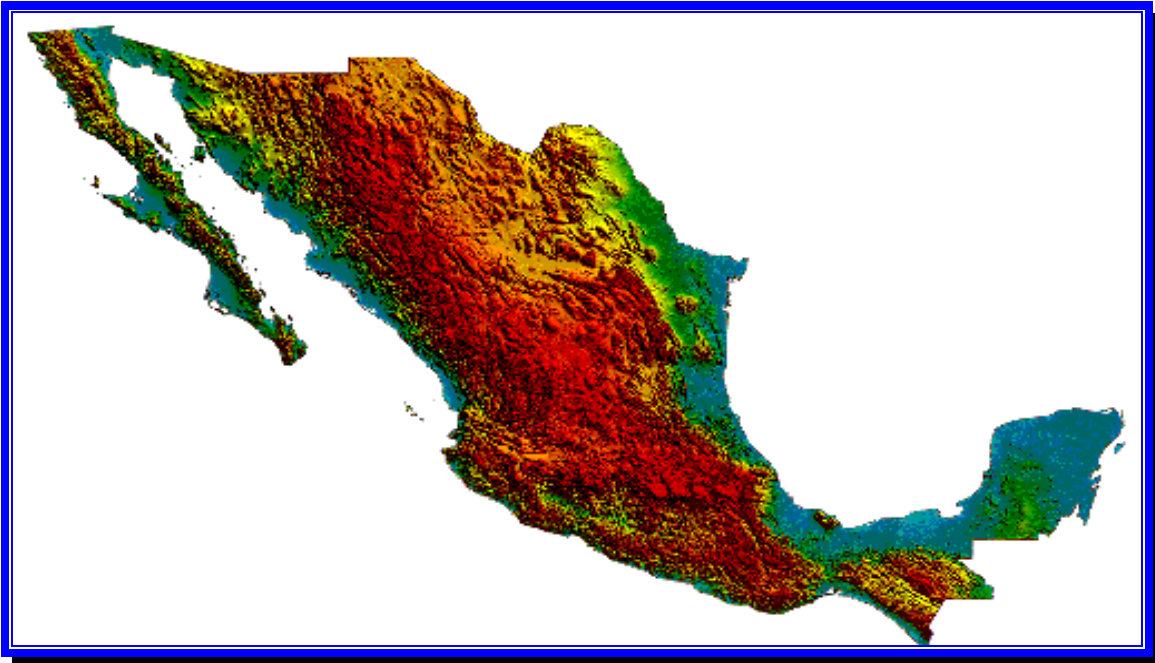
La influencia de los organismos citados, sus reuniones, acuerdos y documentos generados ha sido determinante en la conformación de la legislación mexicana en aspectos de medio ambiente y sustentabilidad de los recursos hídricos. En primer término, México al firmar una serie de convenios internacionales está obligado a cumplir los enunciados de las declaraciones, hasta satisfacer los indicadores acordados. A fin de realizar o supervisar las acciones que permitan el logro de los acuerdos, se han creado organismos federales, estatales y agencias no gubernamentales (SEDUE y SEMARNAT por ejemplo). De manera paralela y gracias a los apoyos internacionales, también se han creado centros de investigación y nuevos posgrados que contribuyan al logro de los acuerdos, ya sea a través de actividades de investigación o de la preparación de recursos humanos de alto nivel (por ejemplo el IMTA, el Centro Mexicano para la Producción más Limpia y el Proyecto Interdisciplinario de Medio Ambiente y Desarrollo Integrado en el IPN, con su maestría en esta área). El Plan Nacional Hidráulico es un documento que refleja el interés del gobierno federal para dar cumplimiento a los compromisos contraídos en el ámbito internacional, derivados de los acuerdos y declaraciones mencionadas.

La reflexión obligada nos conduce a analizar si todas estas líneas de investigación, que las diferentes agencias internacionales proponen en sus diferentes ámbitos de influencia, se están atendiendo en nuestro país y cuáles se deberían estar implementando, en los ámbitos de planeación y operación, en función de las necesidades específicas nacionales y regionales, así como de los recursos humanos y materiales disponibles.

I.2 Ámbito nacional

La tradición hidráulica en México se remonta a la época prehispánica, con las represas y drenajes mayas, los acueductos olmecas y las múltiples obras hidráulicas proyectadas y construidas por Nezahualcóyotl. En la etapa colonial se continuó con esta tradición a través de la construcción de acueductos. Las etapas independientes, de la Reforma y la época posrevolucionaria, tuvieron un destacado desarrollo hidráulico que permitieron el desarrollo regional y nacional de México [Aldama 2003]. Sin embargo la problemática principal del recurso agua, se deriva de la variación y distribución de la lluvia en tiempo y espacio. Sumada con la heterogénea distribución de la demanda, provoca una gran escasez, misma que se agrava por la baja eficiencia con que se usa el recurso. Desafortunadamente la infraestructura hidráulica en nuestro país, no se aprovecha óptimamente debido a que se encuentra inconclusa. Toda vez que esta infraestructura, es operada con altos índices de ineficiencia y existen problemas derivados de la falta de mantenimiento [CNA 2001].

FIGURA I.2 MAPA OROGRÁFICO DE MÉXICO EN RELIEVE



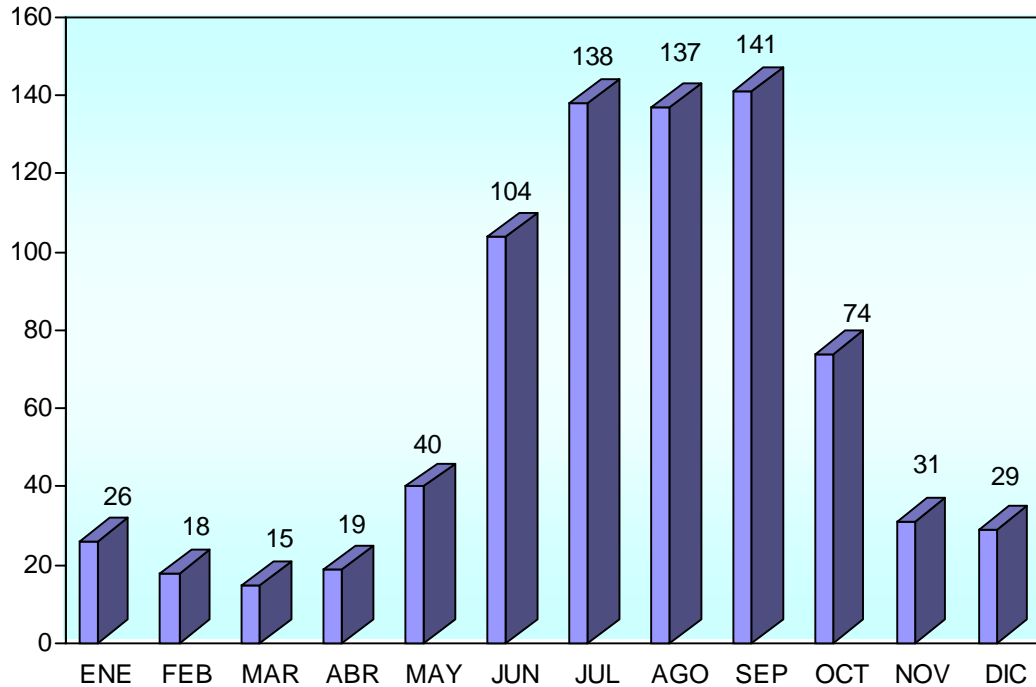
FUENTE: INEGI

Por su nivel de humedad, el 56% del territorio comprende zonas muy áridas y semiáridas que dominan el norte y áreas del centro del país. El 37% es subhúmedo y se presenta en las sierras y en las planicies costeras del Pacífico, Golfo de México y el noroeste de la Península de Yucatán. Las zonas húmedas, con sólo el 7% del territorio, se encuentran donde inicia el ascenso a las sierras y se deposita la humedad del Golfo de México, además de una pequeña porción en la vertiente del Pacífico al extremo sur del país [CNA 2001].

En cuanto a la temporalidad, el régimen de lluvias de verano, cubre el 66% de su superficie. El intermedio cubre el 31% y corresponde a la frontera norte del país y a las zonas de mayor precipitación en el trópico mexicano. Sólo el 3% de la superficie continental tiene régimen de lluvias de invierno en la vertiente del Pacífico de la Península de Baja California. De los 772 mm de lluvia que en promedio ocurren anualmente en el territorio nacional, el 67% acontece

de junio a septiembre, lo que dificulta su aprovechamiento, dado su carácter torrencial en la generalidad de los casos. [CNA 2001].

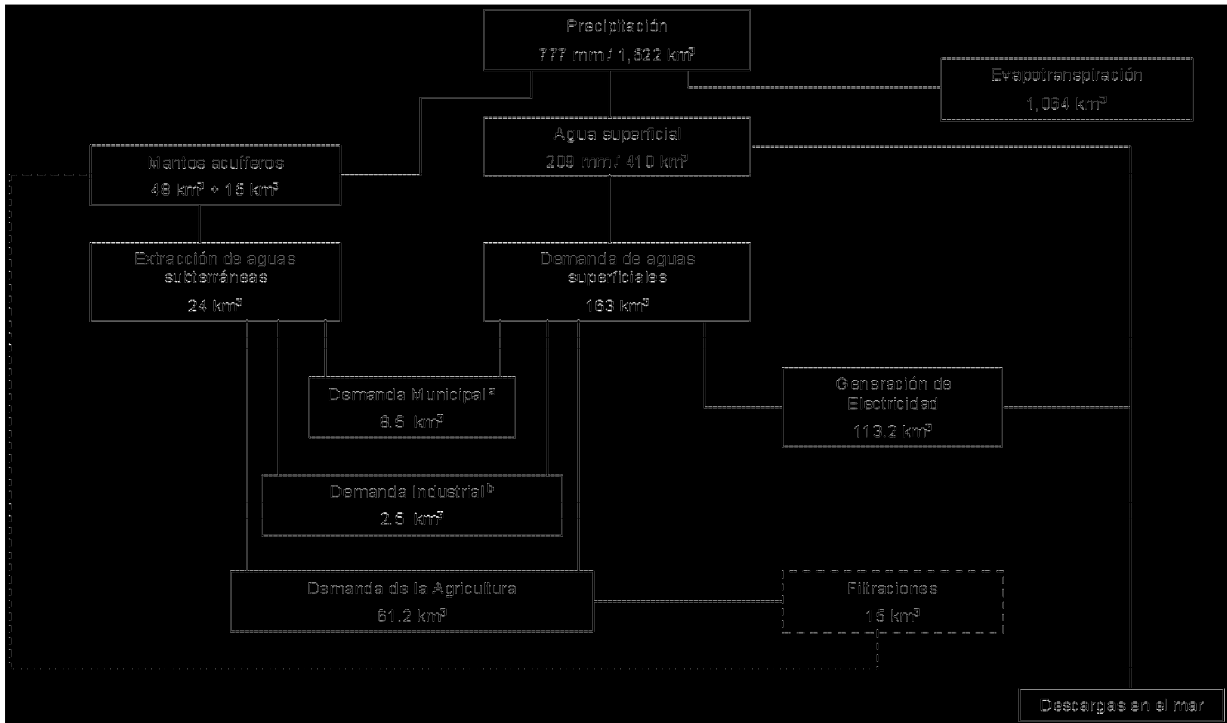
GRÁFICA I.4 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN MÉXICO 1941- 2000 (mm)



FUENTE: PNH 2001-2006

El escurrimiento natural promedio anual es de 397 km³ y la infraestructura hidráulica actual proporciona una capacidad de almacenamiento del orden de 150 km³. Se debe tener en cuenta que debido a la variabilidad temporal y espacial de los escurrimientos, no se aprovecha totalmente el escurrimiento superficial, especialmente en los meses en que es más abundante [PNH 2001-2006].

FIGURA I.3 DISPONIBILIDAD ANUAL PROMEDIO DE RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO.



- a) Agua doméstica e industrial conectada al suministro municipal
- b) Industrias que se abastecen directamente de cuerpos de agua y descargan a cuerpos receptores. No incluye plantas termoeléctricas ni industrias que se abastecen de las redes de agua potable y vierten sus desechos a los sistemas de alcantarillado locales.

FUENTE: [OCDE 1998-1]

De igual forma, existen problemas derivados del exceso de agua, generados por los fenómenos meteorológicos extremos que originan escurrimientos difíciles de regular y almacenar, lo cual obviamente produce catástrofes y pérdidas humanas y materiales.

Derivada de la actividad humana, la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas afecta la disponibilidad de las mismas, debido a que los costos de tratamiento pueden conducir a la imposibilidad de utilizarla o reciclarla. Toda vez que la infraestructura ambiental es insuficiente [CESPEDE 2001].

Particularmente en nuestro país la disponibilidad de agua es mayor en el sureste, lugar donde la densidad de la población y la demanda de agua son relativamente bajas. En cambio, en el centro, norte y noroeste, la densidad de la población es mayor y las demandas son altas, sin embargo el recurso agua es escaso [CNA 2001].

En el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006, emitido por la Comisión Nacional del Agua (CNA), se indica la regionalización de nuestro país, elaborada con el propósito de lograr un conocimiento detallado de los recursos hidráulicos y mejorar la administración (en sus fases de programación, planeación, evaluación, etc.) del recurso agua. Las 314 cuencas hidrológicas con que cuenta el país han sido agrupadas en 72 subregiones hidrológicas, 37 regiones hidrológicas y 13 regiones administrativas.

La CNA ha reportado la importación de agua procedente de los Estados Unidos de América (EUA), hasta por 1.85 km³/año para la región noroeste y 0.07 km³/año a la región norte. Por otro lado se han exportado hacia EUA 0.43 km³/año de la región norte, recursos comprometidos mediante acuerdos de carácter internacional; así como 47.0 km³/año importados de Guatemala en la región sureste, sobre los cuales no existe convenio. Existen importaciones y exportaciones variadas que son producto de transferencias entre cuencas nacionales. [CNA 2001].

La distribución regional referente a la disponibilidad y usos del agua están definidas y se muestran en el anexo A (tablas A3, A4 y A6).

El registro de la información hidrológica y en general de los componentes del ciclo hidrológico, se realiza por medio de las redes de medición meteorológica, hidrométrica, de agua subterránea y de calidad del agua, sin embargo, derivado de problemas económicos, administrativos y hasta políticos, se han tenido problemas en las diferentes instancias gubernamentales que participan, para mantener actualizada la información, debido a las adecuaciones en la organización para el procesamiento de datos.

Adicionalmente, existe una red hidrométrica conformada por 1320 estaciones, de las cuales la CNA atiende 1023 y las restantes están a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA).

Atendiendo a las normas de la Organización Meteorológica Mundial (2000), la densidad de la red hidrométrica es escasa en el 60% del territorio nacional, situación que ha prevalecido durante al menos los últimos veinte años.

FIGURA I.4 MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS EN MÉXICO.



FUENTE: CNA

Por lo que respecta a la red de aguas subterráneas, la medición de niveles estáticos y dinámicos del agua y de los volúmenes de bombeo en pozos no se realiza en forma sistemática. En ocasiones, el período de observación abarca únicamente el tiempo de duración del estudio geohidrológico, lo que dificulta conocer la evolución del comportamiento de los acuíferos y en consecuencia el diseño de políticas de extracción sustentables. La medición de los volúmenes de agua subterránea aprovechados, se ha realizado en forma eventual e indirecta a través de estudios de cuantificación. A partir de 1985 se ha efectuado en forma sistemática en aquellos aprovechamientos de uso público e industrial controlados a través de permisos otorgados por la autoridad hidráulica para fines del pago de derechos por el uso del agua, previstos en la Ley Federal de Derechos [CNA 2001].

En el año de 1974 se inició la operación de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, que actualmente cuenta con 793 estaciones. La red se apoya en 27 laboratorios estatales y en sus laboratorios regionales; 16 de estas estaciones forman parte del Programa Mundial de Monitoreo de la Calidad del Agua.

El manejo del agua en México plantea un reto complejo, al existir una disparidad entre la disponibilidad del agua y la ubicación de los principales centros de demanda. Dos terceras partes de nuestro país son desérticas, áridas o semidesérticas. En el norte del país, que ocupa 30% de su superficie, sólo se genera el 4% del escurrimiento, mientras que en el sureste y zonas costeras, que ocupan 20% del territorio, se genera 50% del escurrimiento. En general, las zonas con mayor concentración de la demanda son coincidentemente aquéllas en las que el recurso es más escaso. La distribución nacional del recurso hidráulico en México, se muestra en el anexo 2.

La CNA ha presentado un libro sobre el Sistema Unificado de Información Básica del Agua (SUIBA), que proporciona información oportuna y confiable sobre el estado que guarda el agua en México y su interrelación con los aspectos sociales, económicos y ambientales. De igual forma el libro revisa la visión del Sector Agua, los usos del agua y su infraestructura, los instrumentos de gestión del agua, la vinculación entre agua, bosque suelos, así como indicadores internacionales. La CNA creó el SUIBA, mismo que está soportado por una red de expertos de las diversas áreas generadoras y procesadoras de información de la CNA.

El SUIBA [CNA 2003-1] reporta los siguientes valores anuales de las componentes del Ciclo Hidrológico Nacional:

❖ Precipitación media histórica 1941- 2001 (772 mm):	1528 km ³
❖ Evapotranspiración media:	1109 km ³
❖ Escurrimiento superficial virgen medio:	394 km ³
❖ Recarga media de acuíferos:	75 km ³
❖ Disponibilidad natural media por habitante:	4685 m ³

En nuestro país el sector agrícola tiene aún una participación importante en el uso del agua. Se estima un aprovechamiento anual de 209 km³, de los cuales 122 son utilizados en generación hidroeléctrica; 66 en usos agrícolas y pecuarios; 15 en uso público urbano y 6 en usos industriales [Sandoval 2000].

La CNA estimó que en el año 2000 [PNH 2001-2006] se extrajeron de los ríos lagos y acuíferos del país 72 km³ para los principales usos consuntivos. Este volumen representa el

15% de la disponibilidad natural media nacional (escurrimiento superficial virgen y recarga de acuíferos), y de acuerdo con la clasificación de la ONU, el recurso del país se considera como sujeto a presión moderada.

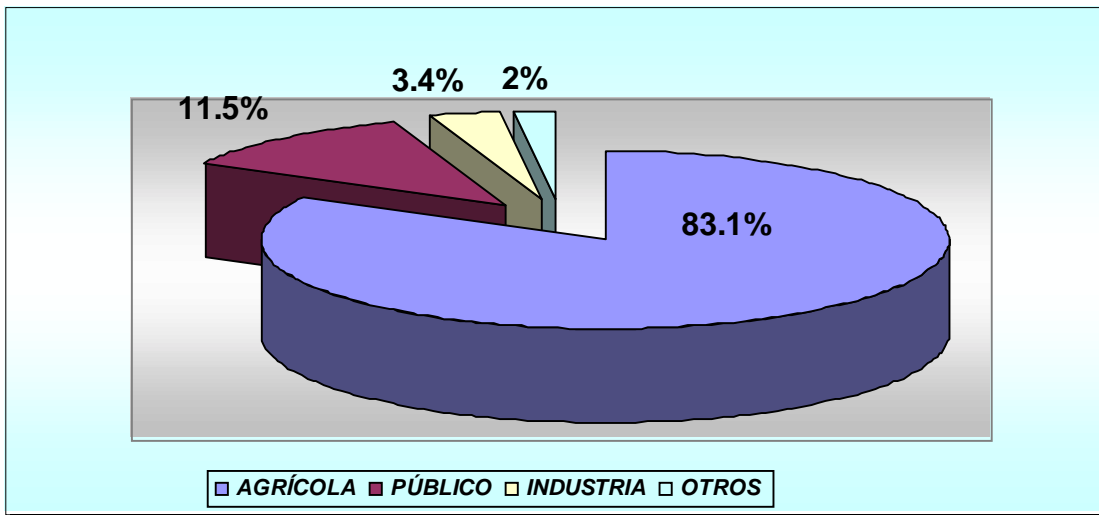
La Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU (2000) distingue cuatro categorías de presión sobre el agua dependiendo del porcentaje de agua disponible que se utiliza en un país: menos de 10% existe baja presión; de 10 a 20% existe presión moderada; de 20 a 40% existe presión media alta y más de 40% existe presión alta y es urgente la necesidad de una administración cuidadosa de la oferta y la demanda. Sin embargo, en las zonas del centro, norte y noroeste, este indicador alcanza un valor de 44%, lo que lo convierte al agua en un elemento sujeto a alta presión y limitante del desarrollo.

La OCDE [1998-1] estimó para el año 2000 los siguientes porcentajes de extracción por sector en México, excluyendo el agua utilizada en la generación de electricidad:

Agricultura: 83.1%
Suministro público: 11.5%
Industria: 3.4%
Otros: 2.0%
Total: 73.7 km³

El uso consuntivo predominante en el país es el agrícola (ver figura I.5).

GRÁFICA I.5 EXTRACCIONES BRUTAS POR TIPO DE USO (MÉXICO)

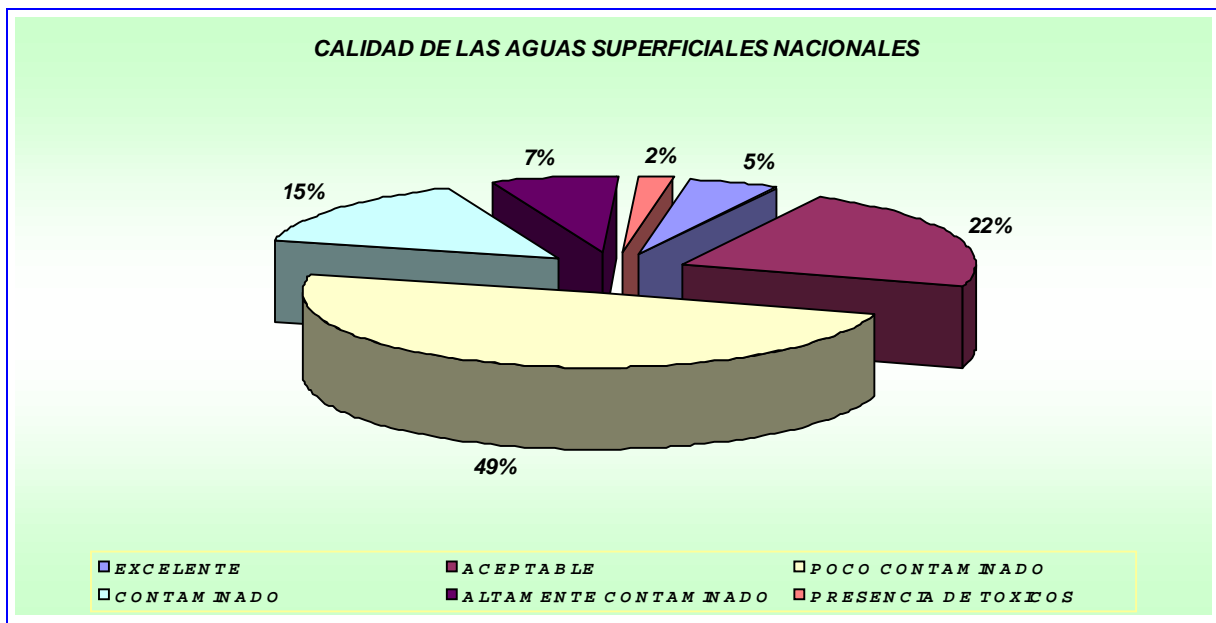


FUENTE OCDE [1998-1]

A pesar de los cuantiosos recursos económicos invertidos en saneamiento, diversos cuerpos de agua superficiales están contaminados. En 1996, la Comisión Nacional del Agua, estimaba que, de los 175 m³/s de aguas residuales generados por el uso público urbano, sólo cerca de 17 eran tratados con eficiencias mayores al 80%. Por otro lado, muchos acuíferos son sobreexplotados, poniendo en riesgo el abastecimiento a centros de población en el mediano plazo.

La información del Índice de Calidad del Agua (ICA) de 2000, indica que a nivel nacional, a partir de la información estudiada en 535 cuerpos receptores monitoreados, las aguas superficiales presentan calidad satisfactoria en el 27% de los casos, que posibilita sus uso para prácticamente cualquier actividad; el 49% se encuentra poco contaminado, lo que restringe el uso directo del agua a ciertas actividades y el 24% se encuentra contaminado o altamente contaminado, haciendo difícil su uso directo en casi cualquier actividad. Cabe señalar que los principales contaminantes presentes en las aguas de los cuerpos receptores son: coliformes fecales, grasas y aceites, ortofosfatos, sólidos disueltos y detergentes.

GRÁFICA I.6 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES NACIONALES



FUENTE PNH 2001-2006. DATOS ESTIMADOS PARA 2000

TABLA I.1 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES NACIONALES

RANGO DE ICA	CALIDAD DEL AGUA	% DE CUERPOS DE AGUA	USO
100-85	Excelente	5	Todo uso
84-70	Aceptable	22	Agua potable con tratamiento convencional
69-50	Poco contaminado	49	Agua potable con tratamiento avanzado
49-30	Contaminado	15	Prácticamente ningún uso directo
29-0	Altamente contaminado	7	Prácticamente ningún uso directo
No aplica	Presencia de tóxicos	2	Prácticamente ningún uso directo

La intervención de especialistas es tan importante como el apoyo económico, por lo cual se requiere una política hidráulica que permita a través de trabajos de investigación aplicada, revertir y prevenir problemas de saneamiento y sobreexplotación, sin embargo las instituciones educativas y los laboratorios públicos y privados no satisfacen en cantidad y en

ocasiones tampoco en calidad las demandas actuales. A la fecha se ha evidenciado un rápido crecimiento de la demanda, la aparición de problemas cada vez más complejos y dispersos, la escasez de fuentes de abastecimiento adecuadas, el incremento insuficiente en la cobertura y calidad de servicios hidráulicos urbanos y rurales, la falta de recursos financieros y una creciente competencia por el agua entre los usuarios [CNA 2003].

Es importante mencionar los datos relacionados con el gasto y financiamiento de la infraestructura hidráulica citados por la OCDE [2003]:

La inversión pública y privada en el sector hidráulico en 2001 se estimó en aproximadamente 13 mil millones de pesos, es decir cerca del 0.25% del PIB. Esta cifra comprende 9.3 mil millones de pesos (72%) en inversión pública por gobiernos central, estatales y locales, y 3.7 mil millones de pesos (28%) en inversión privada por parte de la industria. La inversión pública consistió en 2.7 mil millones de pesos en suministro de agua, drenaje y tratamiento de aguas negras, 4.6 mil millones de pesos en riego, y 2.0 mil millones de pesos en manejo de inundaciones. En 2002, el gasto corriente en infraestructura pública para el suministro de agua fue de 5.8 mil millones de pesos, la mayoría (87%) en zonas urbanas.

El gasto total, es decir, inversión y gasto corriente público y privado en el control y abatimiento de la contaminación con respecto al agua, puede estimarse en aproximadamente 10 mil millones de pesos en 2001. Esto equivale a aproximadamente 0.2% del PIB, cifra muy por debajo de la correspondiente a la mayoría de los demás países de la OCDE. La inversión pública en suministro de agua, drenaje y tratamiento de aguas negras ha caído drásticamente desde principios del decenio de 1990; en 2001 fue la más baja por lo menos en 11 años.

Con respecto a la distribución de la inversión pública en suministro de agua, drenaje y tratamiento de aguas negras, las zonas urbanas (con 75% de la población) recibieron aproximadamente el 69% en 2001, y las zonas rurales (con 25% de la población que habita en comunidades de menos de 2500 habitantes) recibieron el 31%. Proporcionalmente hubo una inversión similar en el suministro de agua en zonas urbanas y rurales, pero la inversión en el tratamiento de aguas negras se dirigió casi por completo a zonas urbanas.

Un problema de gran importancia, que aún no se ha resuelto, es la definición del precio del agua, a fin de que el usuario pague un precio justo y proporcione el valor integral del recurso. Según estudios de la OCDE [2003], las tarifas del agua en México son establecidas por empresas individuales de servicios públicos de agua, la mayoría de las cuales son propiedad municipal, de acuerdo con las leyes federales y estatales. En general el agua es suministrada por debajo del costo. El precio del agua tendría que estar en el orden de los cinco pesos por m^3 , para que las tarifas reflejaran todo el capital y costo de operación de su entrega. La recuperación real promedio en 2001 fue de 1.73 pesos por m^3 de agua. La estructura tarifaria es generalmente progresiva, con diferentes tarifas aplicables a unidades domésticas (las más bajas), sector comercial e industria (las más altas); existen subsidios aplicados a favor de los usuarios domésticos. Por ejemplo en la zona norte del DF, la tarifa por consumos de hasta $50 m^3$ es de 2.5 pesos y después de este límite la tarifa es de 4.60 pesos por m^3 .

Existe una gran variación en los niveles de precios en el país. Las tendencias de los precios también han variado de un lugar a otro en los últimos cinco años. El recibo mensual

promedio de agua para una familia bajó ligeramente, de 67.6 pesos a 62.0 pesos (a precios constantes de 2001) en el período de 1997 a 2001. El consumo bajo también ligeramente, de 27.2 a 26.5 m³ por año.

El ingreso total por recibos de agua percibido por las empresas de servicios públicos de agua alcanzó los 13.5 mil millones de pesos en 200. Estas empresas han mejorado su capacidad de obtener el pago del agua que producen. Las tendencias nacionales no son necesariamente representativas de todos los estados.

La CNA provee agua para los distritos de riego y cobra por hectárea. Los precios dependen del costo de suministro y van de 30 USD a 60 USD por hectárea al año. La CNA está promoviendo incrementos en las tarifas con el propósito de recuperar sus costos de operación y mantenimiento.

Un asunto importante en la gestión del agua en México, es el que se refiere a la necesidad de aumentar la inversión, inclusive a través de sociedades públicas-privadas, en la construcción y rehabilitación de la infraestructura hidráulica comunitaria. Las empresas de servicios públicos u organismos operadores del agua, deben ser establecidas sobre una base financiera sólida para atraer capital privado.

En la tabla I.2 se muestra el precio del agua en diferentes países.

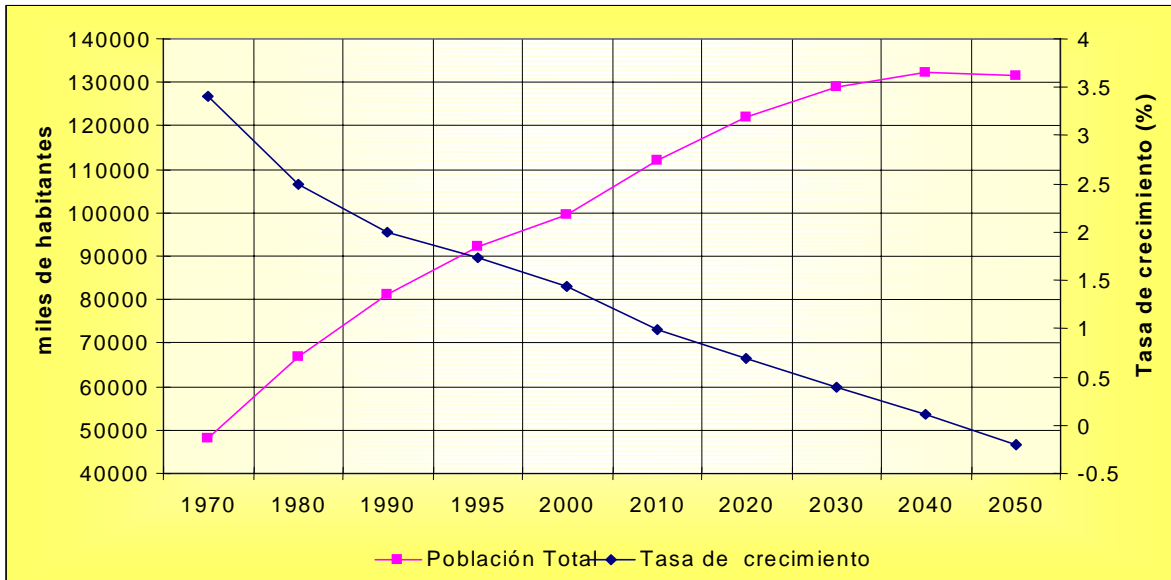
TABLA I.2 COSTO INTERNACIONAL DEL AGUA

PAÍS	\$US/M ³
ALEMANIA	1.91
DINAMARCA	1.64
BÉLGICA	1.54
PAÍSES BAJOS	1.25
FRANCIA	1.23
REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA E IRLANDA DEL NTE.	1.18
ITALIA	0.76
FINLANDIA	0.69
IRLANDA	0.63
SUECIA	0.58
ESPAÑA	0.57
ESTADOS UNIDOS	0.51
AUSTRALIA	0.50
SUDÁFRICA	0.47
CANADÁ	0.40
MÉXICO	0.9 a 0.05

FUENTES: UNESCO [2003-1], WATERTECH ON LINE 2001 Y CNA [2002]. Cifras basadas en el suministro a consumidores en zonas urbanas y que utilizan 10 mil m³ al año.

Para comprender el problema de los recursos hídricos en su total dimensión, debemos incluir la variable poblacional. En la figura I.7 se muestra el análisis, así como las tendencias y proyección, realizados por el CONAPO [1996], en aspectos relacionados con la población mexicana y la tasa de crecimiento, lo cual es de vital importancia para calcular las demandas de los recursos hídricos.

GRÁFICA I.7 TENDENCIAS Y PROYECCIÓN: POBLACIÓN/TASA CRECIMIENTO (1970-2050)

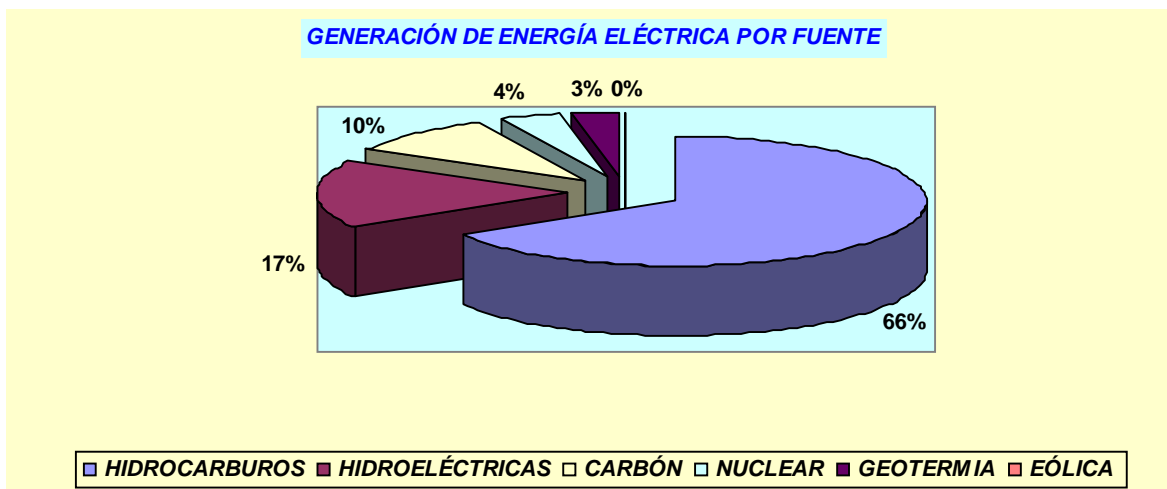


Fuente: CONAPO. Proyecciones de la Población de México, 1996-2050. Serie: Escenarios Prospectivos, diciembre de 1998.

En México, las plantas hidroeléctricas, utilizan del orden de 143 km³ de agua al año, el uso es considerado no consuntivo [CNA 2001]. En cambio las centrales termoeléctricas emplean del orden de 0.2 km³ de agua dulce, al año para enfriamiento, uso considerado como consuntivo. Cabe aclarar que hasta los años setentas la generación hidroeléctrica representaba el mayor porcentaje de generación y paulatinamente, su lugar ha sido tomado por las centrales termoeléctricas, que actualmente producen del orden del 83% de la energía eléctrica en México. Entre otros factores, esto se debe a la disponibilidad y costo del combustible, disponibilidad de agua de mar y agua dulce tratada utilizada para enfriar los condensadores de las propias termoeléctricas, así como de la relativa facilidad en los controles de la propia generación, para compensar las horas máximas y mínimas de la demanda del recurso eléctrico.

Sin embargo, el hecho de que el sistema eléctrico dependa en gran medida de la generación realizada a través de las Centrales Termoeléctricas, implica un alto costo ambiental, por las descargas a cuerpos receptores de agua con incrementos de temperatura importantes para la vida acuática. Lo anterior representando un reto para el personal que trabaja en los laboratorios de Ingeniería Hidráulica, al tener que proporcionar estudios que contribuyan, con propuestas de alternativas. Lo cual ha de atenuar el impacto mencionado y eficientar la operación de las Centrales Hidroeléctricas.

GRÁFICA I.8 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR FUENTE (MÉXICO)



FUENTE CNA 2001

La Gestión es un término y un concepto comúnmente utilizado para definir un proceso generalmente administrativo, normativo o regulatorio. En su sentido más amplio, se refiere al conjunto de actividades, funciones, formas de organización institucional de organismos de gobierno, y no gubernamentales, recursos e instrumentos de política y sistemas de participación, relacionados con uno o varios objetivos que definen el sentido y el objeto de la gestión. Lo anterior significa que no existe una Gestión sin adjetivos, neutral, ni general. Por el contrario la Gestión como un proceso administrativo o de conducción y regulación, sólo tiene sentido si se le asocia a objetivos y funciones o recursos concretos [CNA 1998].

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMA) representa el marco que establece los principios bajo los cuales se han diseñado las estrategias correspondientes al Sector Hidráulico, mismas que se citan a continuación:

- ❖ Lograr sectores productivos competitivos y ambientalmente sustentables.
- ❖ Garantizar la conservación de la biodiversidad del país.
- ❖ Detener y revertir la contaminación del agua, aire y suelo.
- ❖ Detener y revertir la deforestación y la erosión del suelo.

Algunos de los objetivos estratégicos para instrumentar los principios antes citados se mencionan a continuación:

- ❖ Realizar una gestión ambiental integral y descentralizada
- ❖ La administración federal del medio ambiente se fundamentará en una planeación estratégica del sector, con un enfoque de cuencas, que integre factores hidrológicos, atmosféricos, bióticos y humanos y trascienda el ámbito local.

Los Consejos de Cuenca son los órganos de coordinación entre las tres instancias de gobierno y de concertación con los usuarios del agua que la Ley de Aguas Nacionales establece para facilitar la conceptualización e implantación de las políticas y programas hidráulicos.

En el mes de octubre del 2003 se llevó a cabo en Cd. Madero, Tamaulipas el Congreso de Consolidación de Consejos de Cuenca Nacional. Dicho Consejo ha de conformar el instrumento legal para su implementación (Rodríguez Espinosa, comunicación personal).

En el Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente [CNA 2003], celebrado en la ciudad de Oaxaca el mes de octubre del 2003, Cristóbal Jaime Jáques, director de la Comisión Nacional del Agua, informó que la Unión Europea ofrece a los países de América Latina una plataforma para establecer asociaciones estratégicas que permitan poner en práctica programas de acción comunes y contribuir a desarrollar mecanismos de gestión sobre el agua, a través de la "Iniciativa para el agua. Componente latinoamericano". Adicionalmente informó que se tienen identificados en Latinoamérica los proyectos en cuatro capítulos:

- Abastecimiento y saneamiento de agua (54 proyectos). Se orienta a mejorar la gestión del líquido, incluyendo alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, tanto en áreas urbanas como rurales, lo que asegura una buena calidad de la misma al menor costo posible.
- Gestión integrada de recursos hídricos (6 proyectos). Con especial incidencia en la administración de cuencas hidrográficas nacionales y transfronterizas.
- Prevención de fenómenos extremos, gestión y minimización de sus efectos (18 proyectos)
- Uso sostenible del agua en la agricultura (22 proyectos)

Lo anterior se realizará en Chile, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Nicaragua, Panamá, El Salvador, Venezuela y México, con un monto de 9,076 millones de dólares. El documento final podría ser suscrito durante la Cumbre Unión Europea- América Latina, a celebrarse en México en marzo del 2004.

Considerando el panorama anterior, es importante reflexionar sobre la importancia de la investigación como actividad generadora de conocimiento de aplicación inmediata y a largo plazo, misma que ha contribuido a modificar el desarrollo y la historia del ser humano [OCDE 1994-1]. En este contexto internacional y nacional es imperativo revisar el estado que guarda la investigación en aspectos hidráulicos, considerando el impacto que esta ha tenido sobre aspectos sociales y económicos [OCDE 1998-3] [OCDE 2003]. Se considera como una prioridad el conocer las líneas de investigación actuales y poder definir, en función de un diagnóstico adecuado, las líneas que en el mediano y largo plazo deberán desarrollarse, con el apoyo de recursos humanos apropiados y su correspondiente infraestructura física [OCDE 1998-4].

CAPITULO II

LA INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA EN MÉXICO

La disponibilidad no uniforme del agua y la distribución no planeada de la población en el territorio nacional, aunado con las condiciones geográficas y climáticas, han propiciado que la ocupación social del espacio y el uso de los recursos entre los que destaca el agua, se realice a costa de grandes inversiones económicas y alteración de los ecosistemas.

El 80% de los recursos hidráulicos se localizan debajo de los 500 metros con respecto al nivel del mar y en contraste por encima de esta cota, se ubica el 75% de la población total y se desarrolla el 80% de la actividad industrial del país.

Nuestro país tiene una gran tradición en la edificación de obras hidráulicas desde tiempos prehispánicos. En 1512 cuando llegaron los españoles a Tenochtitlán, se asombraron al encontrar construcciones indígenas para el riego de las tierras y para llevar agua potable a los centros de población. Diferentes investigaciones al respecto, han permitido localizar más de 389 construcciones precortesianas de riego, así como obras de abastecimiento de agua potable en Cholula, Texcoco, Ciudad de México y algunos centros ceremoniales mayas [D.D.F. 1975].

A la mitad del siglo XV, se llevó a cabo el proyecto y construcción de un dique de 16 kilómetros de longitud que servía para proteger a Tenochtitlán de las inundaciones, el cual fue denominado dique o albarradón de Nezahualcóyotl y que se extendía desde el cerro de la Estrella hasta Atzacualco, construido de piedra y barro coronado con un fuerte muro de mampostería. Durante casi tres siglos de dominación española, se construyeron numerosas obras hidráulicas con el fin de riego, abastecimiento de agua potable y para satisfacer las necesidades de la industria minera.

En la Nueva España, la agricultura estuvo vinculada a las haciendas y se produjeron choques de intereses por el agua y los suelos fértiles entre los pueblos indígenas y los españoles, ya que los antiguos sistemas fueron desarticulados, destruidos y abandonados a consecuencia de la Conquista o incorporados a sistemas diferentes de tenencia de la tierra y de producción, por otra parte, la irrigación practicada por los indígenas demandaba un alto número de brazos que ya no estuvieron disponibles, habiéndose abandonado numerosos sistemas por falta de mantenimiento y conservación.

En el siglo XVIII, toma importancia trascendental el hecho de que las haciendas adquieren derechos definitivos sobre las tierras, se crearon unidades semi-independientes en donde los grandes propietarios poseían con frecuencia su presa y campos regados donde se desarrollaba la agricultura, ganadería y minería. La ingeniería nace formalmente a finales del siglo XVIII, iniciándose la enseñanza de las carreras de ingeniería hidráulica y de ingeniería minera, en el año de 1792. En el reporte técnico, elaborado por el Dr. Juan Manuel Navarro Pineda, denominado "Ordenamiento de Cuencas Hidrológicas", se detalla el desarrollo histórico de las obras hidráulicas más importantes que se han construido en nuestro país, con fines principalmente de riego. [Navarro 1999].

En 1867 se funda la Escuela Nacional de Ingeniería y con ella se inicia la participación formal de los profesionales mexicanos en la construcción de la obra hidráulica de México.

En 1871 el presidente Benito Juárez, puso en vigor el primer Código Civil de la República que vinculaba la legislación dispersa del país y que anulaba la aplicación de las antiguas leyes españolas. En este código se declaraban de propiedad nacional los ríos navegables y no navegables, así como las riberas de los ríos navegables.

En la Ley sobre Vías Generales de Comunicación del 5 de junio de 1888, se regularon las aguas de Territorio Nacional, estableciéndose que este recurso era propiedad de la Federación, reglamentándose las concesiones, quedando bajo la autoridad administrativa de la Secretaría de Fomento.

A principios del siglo XX en México se contaba ya con 700,000 hectáreas regadas y se habían construido diversas plantas hidroeléctricas, siendo la primera de ellas la instalada en 1889 en Batopilas, Chihuahua con una capacidad de 22 kilowatts.

Las presas de Tenango, Necaxa y Los Reyes integraron el sistema hidráulico de la Mexican Light and Power Company, en el estado de Puebla. A finales del siglo XIX funcionaban en el país 177 plantas de generación de electricidad, a cargo de empresas públicas y privadas, que daban servicio público a las ciudades de México, Campeche, Guadalajara, Guanajuato, Mazatlán, Orizaba, Parral, Puebla, Tampico, Tehuantepec, Toluca y varias más.

En 1903 se estableció la Comisión Hidrológica que contó con secciones en distintos puntos del país. Su principal propósito fue el de realizar estudios sobre las características y el potencial de los recursos hidráulicos, así como la construcción de defensas contra inundaciones, rectificación de cauces y derivaciones de corrientes. El problema de las inundaciones no era exclusivo de la Ciudad de México, por lo cual zonas de Ciudad Juárez y Matamoros se beneficiaron con obras de contención de las inundaciones originadas por el río Bravo, construcciones similares se realizaron en varios tramos de los ríos Pánuco, Yaqui y Papaloapan. La ingeniería mexicana en este período alcanzó un nivel de desarrollo congruente con los niveles de calidad en las obras, que el desarrollo económico del país exigía. La aplicación de los métodos experimentales a la solución de problemas de ingeniería civil se inicia en forma sistemática, con la creación en 1936, de la oficina de Ingeniería Experimental de la Comisión Nacional de Irrigación, en donde se realizó el diseño hidráulico de los vertederos de las presas El Azúcar, El Palmito y la Angostura; el análisis fotoelástico de los esfuerzos de la presa de las Vírgenes; estudios sobre propiedades mecánicas de las arenas limosas para la construcción de la presa El Oviachic (llamada posteriormente Álvaro Obregón) y la aplicación de la mecánica de suelos al diseño de presas de tierra y enrocamiento, así como el análisis del asentamiento de las estructuras debido a la consolidación del subsuelo.

En el año de 1960 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) convertida en organismo público descentralizado con personalidad jurídica y presupuesto propio desde 1949, operaba el 54% de la capacidad instalada en el país, habiendo puesto en operación entre 1940 y 1960 un total de treinta plantas hidroeléctricas; con la adquisición de las empresas extranjeras en el mes de septiembre de 1960 por parte del gobierno mexicano, pasaron a poder de la CFE, 46 centrales hidroeléctricas, 15 de ellas correspondían a la Compañía de Luz y Fuerza del Centro con una capacidad instalada de 311,000 kilowatts y las 31 plantas restantes con una capacidad de 216,000 kilowatts.

Es muy importante mencionar que la influencia en los ingenieros mexicanos, de los adelantos obtenidos en el campo de la Mecánica de Fluidos (teoría y experimentación), a finales del siglo XIX, por diversos científicos europeos [Vergara 1996], fue determinante para que en 1902 se realizaran los primeros intentos de trabajos experimentales en hidráulica, conducidos por el Ing. Ricardo Gayol para comprobar el funcionamiento de pequeñas estructuras para la red de alcantarillado de la Ciudad de México [Guerrero1983].

En 1937 se construyó el primer laboratorio de hidráulica para trabajos experimentales formales y sistemáticos, mismo que fue ubicado en San Jacinto D. F., perteneciente a la entonces llamada Comisión Nacional de Irrigación. Aquí se realizaron los primeros modelos físicos, mismos que fueron de vertedores de demasías.

En 1946 se construyó el laboratorio hidráulico de Tecamachalco perteneciente a la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Es importante señalar las importantes aportaciones de los ingenieros Miguel Urquijo Mercado, Jehová Guerrero y Torres, Salvador Ulloa, José Luis Sánchez Bribiesca y José Antonio Maza Álvarez, así como del matemático Enzo Levi, que han contribuido al avance de la investigación hidráulica en nuestro país, con repercusiones a nivel internacional.

La investigación hidráulica realizada con rigor científico en México, inicia en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en 1956, realizándose trabajos relacionados con el transporte de sedimentos, vórtices, obras de excedencia y obras marítimas entre otras, destacando las contribuciones de Enzo Levi, José Luis Sánchez Bribiesca, José Antonio Maza Álvarez, Gabriel Chávez Aldape y Carlos Cruickshank.

La Secretaría de Marina construyó en 1963 el Departamento de Estudios y Laboratorios, realizando estudios en modelos físicos de agitación de oleaje, transporte litoral, estabilidad de bocas litorales, movimiento de embarcaciones y de estabilidad de estructuras, destacando los trabajos conducidos por los ingenieros Daniel Cervantes Castro y Carlos Castro Sepúlveda [Vergara 1996].

En la década de los 60's se desarrollaron nuevos laboratorios con fines de apoyo a la enseñanza, en instituciones tales como:

- Instituto Técnico Industrial (máquinas hidráulicas)
- Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo (dispositivos de experimentación hidráulica aplicada a la agronomía)
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí (irrigación)
- Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura –IPN (modelos hidráulicos)

Es importante destacar la participación en el ámbito nacional, como pioneros de la investigación hidráulica aplicada a través de la modelación física, para resolver problemas presentados principalmente por CFE, PEMEX, SCT, Puertos Mexicanos, FONATUR, y Secretaría de Marina, en el diseño y construcción de puertos, obras de toma y descarga en centrales termoeléctricas, cárcamos de bombeo, vertedores, obras de desvío, transporte de sedimentos, emisores submarinos, estabilidad de bocas en lagunas litorales, etc., de los ingenieros Octavio Trejo Pérez, Rubén Flores García, Rafael Vázquez de la Cerda, Luis

Salinas Quinard, Robie Bonilla Gris, Miguel Ángel Vergara Sánchez, Juan Manuel Navarro Pineda y Josué Cornejo Velasco.

La gran actividad en la construcción de obras de infraestructura hidráulica realizada en las décadas de los 70's y 80's, tales como el Sistema Cutzamala y el Drenaje Profundo para la Ciudad de México, Centrales Termoeléctricas y la Nucleoeléctrica de Laguna Verde, la rehabilitación de lagunas litorales, obras de acuacultura y pesca, nuevos puertos marítimos, protección de playas y construcción de marinas entre otras, demandó la realización de trabajos de investigación experimental, lo cual motivó la ampliación de algunos laboratorios, como fue el caso del laboratorio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos al expandirse en Salazar Edo. de México; el del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del IPN y el de la Secretaría de Marina, mismo que después paso a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La entonces llamada Secretaría de Obras Públicas creó su propio laboratorio con el propósito de resolver sus problemas de alcantarillas y sifones, que se presentan en la construcción de vías de comunicación terrestres.

La Comisión Federal de Electricidad, inicialmente construyó en 1976 su laboratorio en las áreas del proyecto Hidroeléctrico Manuel Moreno Torres (Chicoasén) en el estado de Chiapas, mismo que después fue trasladado a la ciudad de Cuernavaca, Morelos [Vergara 1996].

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) fue creado por decreto presidencial del gobierno mexicano el primero de diciembre de 1975, como un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con carácter científico y tecnológico. Sus actividades consisten principalmente llevar a cabo proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico para el sector eléctrico.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) fue creado mediante decreto presidencial, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de agosto de 1986, como un órgano desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), con el objeto de desarrollar la tecnología y formar recursos humanos calificados necesarios para asegurar el aprovechamiento y manejo racionales e integrales del agua.

Paralelo al nacimiento de nuevos laboratorios, la gran mayoría con fines didácticos, otros han desaparecido, como es el caso del Laboratorio Hidráulico de Tecamachalco y el Laboratorio Hidráulico de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, mejor conocido por su ubicación como San Juan Ixhuatepec.

La mayor parte de los investigadores de hidráulica en universidades en nuestro país, están asociados a los programas de posgrado y de forma limitada a los programas de licenciatura.

La crisis en la investigación experimental de la hidráulica, está asociada a las crisis económicas de nuestro país, que han influido en la suspensión de grandes obras y por ende de trabajos experimentales. De igual forma, a la creciente corriente de utilizar métodos computacionales y diferentes técnicas de solución de ecuaciones diferenciales para diferentes condiciones de frontera, cuya ventaja es la rapidez del proceso de datos, pues la validez de sus resultados, está basado en las ecuaciones que se usan para describir el

fenómeno. Sin embargo, el avance tecnológico en materia de computación, de modelación numérica y de instrumentación electrónica, permitirá construir modelos híbridos de experimentación y el desarrollo de micromodelos físicos.

Durante los años 90, México incrementó significativamente su participación en la cooperación ambiental internacional [OCDE 1998-1]. Ratificó e instrumentó numerosos convenios y negoció nuevos acuerdos bilaterales y multilaterales para ayudar a alcanzar sus objetivos nacionales, así como para promover la cooperación ambiental internacional.

México adoptó un nuevo enfoque en sus relaciones internacionales y enfatizó la necesidad de que todos los países incrementaran su participación en la protección ambiental, en el ámbito nacional e internacional. Como nuevo país Miembro de la OCDE, que todavía enfrenta muchos de los retos propios a un país en desarrollo, México debe instrumentar políticas que impulsen el desarrollo económico y protejan el medio ambiente en el ámbito local, regional y mundial, de acuerdo con sus posibilidades y sus obligaciones en este organismo. México se ha comprometido a instrumentar todas las decisiones y recomendaciones de la OCDE relativas al medio ambiente.

Durante los años 90, México aumento considerablemente sus actividades de protección ambiental a lo largo de su frontera norte, que se extiende por más de 3,000 kilómetros; participó en numerosas actividades junto con Estados Unidos para prevenir la contaminación transfronteriza del aire y el agua, y para una mejor gestión de los desechos peligrosos [OCDE 1996]. El Programa Frontera XXI ya concluyó y se ha instrumentado el Programa Frontera 2012 lo cual representa un avance significativo en comparación con pasados enfoques. Su financiamiento continúa siendo un asunto pendiente y probablemente requerirá financiamiento externo. Como parte del acuerdo ambiental paralelo al TLCAN (el Acuerdo –trilateral- Norteamericano de Cooperación Ambiental), México está mejorando sus políticas ambientales y se beneficia de la experiencia de Canadá y Estados Unidos, en particular en lo que se refiere al monitoreo de tóxicos y de los ecosistemas. Los fondos para los proyectos de las zonas fronterizas los proporciona el Banco de Desarrollo de América del Norte, y financiamiento adicional está disponible en un nuevo fondo ambiental de América del Norte. México participa activamente en muchas empresas conjuntas relacionadas con el uso forestal y la biodiversidad [OCDE 1996].

En el otro extremo geográfico, México estableció vínculos sobre cuestiones ambientales con países de América Central, el Caribe, y América del Sur. Actualmente está transmitiendo a estos países su propia experiencia y contribuyendo a elevar la conciencia sobre asuntos ambientales. También participó activamente en las consultas del foro de Cooperación Económica de Asia-Pacífico.

México ha desarrollado y está usando en el presente, nuevos métodos de pesca que evitan la muerte incidental de delfines y tortugas marinas, a través del fortalecimiento de las regulaciones, el uso de procedimientos de pesca exclusión de la tortuga, e inspección y vigilancia. Ha fomentado y apoyado acuerdos internacionales sobre estas cuestiones y sobre la pesca responsable. También se ha comprometido más allá de sus obligaciones legales bajo el Protocolo de Montreal y bajo la Convención del Cambio Climático, no obstante esté oficialmente considerado en ambos instrumentos como país en desarrollo. Ha logrado reducir considerablemente el consumo de CFC y se espera que prohíba su uso en un futuro cercano. México ha elaborado inventarios de los gases de efecto invernadero y está

diseñando medidas para su mitigación; en ambos casos ha actuado siguiendo la línea de otros países de la OCDE, aunque no está obligado a hacerlo.

México ha emprendido acciones para proteger su ambiente marino, particularmente creando planes de contingencia en caso de derrames de petróleo en sus aguas nacionales, mediante planes conjuntos de emergencia para aguas próximas a Estados Unidos. Ha participado activamente en el seguimiento de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, especialmente en la creación de mecanismos consultivos para instrumentar la Agenda 21, involucrando la cooperación de todos los actores y de todos los ministerios.

Como logros obtenidos por México a nivel internacional se derivan en su mayor parte decisiones recientes, los resultados hoy día son todavía incipientes o están por alcanzarse [OCDE 1998-1]. Hasta fechas recientes México se ha propuesto objetivos y calendarios cuantitativos para sus actividades ambientales en el ámbito internacional. Su financiamiento para proyectos internacionales se ha debilitado por las demandas financieras de sus urgentes prioridades nacionales.

En conjunto la situación ambiental a lo largo de algunos tramos de su frontera norte, por ejemplo, calidad del agua, calidad del aire y eliminación de desechos, continúa deteriorándose. A pesar de las medidas tomadas por las autoridades mexicanas, las presiones de un rápido crecimiento económico y demográfico han conducido a una contaminación transfronteriza [OCDE 1996]. Un enfoque más dinámico en los años 80 hubiera evitado muchos de los problemas particularmente agudos de los años 90. La falta de financiamiento y obstáculos burocráticos afectaron la instrumentación del programa Frontera XXI.

Una síntesis de la problemática hidráulica nacional, se presenta en el Anexo B (tabla B.1), elaborada con base al Enfoque Sistémico e integrada por los 53 problemas prioritarios más representativos. Se muestra la incidencia de los problemas en cada una de las regiones, así como su relevancia [Talavera 2000]. Talavera clasifica la problemática en áreas operativas de la siguiente manera:

- ❖ Agua potable
- ❖ Potabilización y tratamiento
- ❖ Alcantarillado
- ❖ Riego y Drenaje
- ❖ Contaminación de Riego y Drenaje
- ❖ Operación y Mantenimiento
- ❖ Aguas Subterráneas
- ❖ Cuencas Hidrológicas
- ❖ Contaminación
- ❖ Gestión Administrativa
- ❖ Participación Ciudadana

El reto es aprovechar el contexto internacional de las tendencias en investigación hidráulica, para incorporarse a las acciones que ya se están realizando en esta materia, a fin de concretar acciones que contribuyan a la solución de la problemática planteada. La constitución de una red de Centros de Investigación Hidráulica con nexos a estas agencias

internacionales le proporcionaría a nuestro país una fortaleza para atender las demandas del recurso agua, sin precedente. Los tiempos de competencia interna deben quedar atrás y la unión de esfuerzos, recursos humanos, económicos e infraestructura de ser la nueva filosofía de trabajo. En conjunto podemos concluir que el marco internacional para los trabajos de investigación para la prevención y solución de problemas relacionados con la explotación, aprovechamiento, disposición y reuso del recurso agua, esta planteado por diversos organismos y agencias internacionales a través de sus acuerdos, y que las políticas nacionales de investigación en este rubro deberían apegarse al cumplimiento de estos acuerdos, considerando el diagnóstico nacional que ya se ha realizado en diferentes momentos y por distintas instancias, que requieren de un órgano de coordinación para evitar la duplicidad de funciones y el cumplimiento de la normatividad vigente.

II.1 ESCENARIO NACIONAL

En el panorama nacional es importante realizar una breve semblanza sobre los diferentes organismos y universidades relacionadas con el recurso agua, en lo concerniente a su administración, explotación, aprovechamiento, conservación y desde luego en trabajos de investigación realizados directamente y otros con apoyo de diversas instituciones. A continuación se presenta una breve descripción de las instituciones nacionales que realizan investigación hidráulica.

II.1.1 ENTIDADES FEDERALES

II.1.1.1 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA)

Iniciaremos con la Comisión Nacional del Agua (CNA), la cual es una Unidad administrativa desconcentrada de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tiene las atribuciones que se establecen en la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento, el Reglamento interno de la SEMARNAT y las demás disposiciones aplicables.

En México, el gobierno federal, a través de la CNA, administra las aguas del país, con base en amplias atribuciones que le otorga la Constitución. Así los casi 300,000 usuarios o concesionarios de aguas nacionales inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua, más los usuarios irregulares, se sujetan a la autoridad de la CNA, la cual otorga, modifica o cancela las concesiones de aguas nacionales, zonas federales y el aprovechamiento de los materiales pétreos en los cauces de los cuerpos de agua; otorga permisos para descarga de aguas residuales en los mismos cuerpos de agua nacionales; opera el registro nacional y monitorea las extracciones, calidad de las descargas y, en general, el cumplimiento de los usuarios con las obligaciones legales implícitas en sus títulos de concesión.

La Ley de Aguas Nacionales faculta a la CNA para muchas otras funciones: recauda los derechos por los conceptos relacionados con el aprovechamiento del agua y cuerpos de agua nacionales; aplica sanciones y ejerce actos de autoridad; expide declaratorias de propiedad nacional y normas técnicas; proyecta, construye y opera infraestructura; atiende emergencias por fenómenos meteorológicos y climatológicos; desarrolla y opera infraestructura para el control de inundaciones; desarrolla y opera sistemas hidrométricos y meteorológicos; determina la disponibilidad neta del agua, con valor legal; define y coordina programas para la construcción de infraestructura en más de 800 sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento en todo el país; opera las estructuras principales de los sistemas de riego; define y coordina programas de uso eficiente y rehabilitación de infraestructura hidroagrícola; gestiona el establecimiento y regula las instancias de coordinación con los gobiernos estatales y concertación con los usuarios, y tiene la misión de apoyar la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnología, así como la formación de recursos humanos en el sector hidráulico. Para llevar a cabo lo anterior, cuenta con una estructura de gerencias regionales y estatales, y con cerca de 25,000 empleados, de los cuales menos de una tercera parte está compuesta por profesionales en puestos de mando o especialistas. [CNA página electrónica. www.cna.go.mx noviembre del 2003].

Entre sus funciones están: administrar y custodiar las aguas nacionales, así como los bienes que se vinculan a éstas, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables, además

de vigilar el cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales y proveer lo necesario para la preservación de su calidad y cantidad para lograr su uso integral sustentable.

Adicionalmente está encargada de estudiar, normar, proyectar, promover, construir, vigilar, administrar, operar, conservar y rehabilitar la infraestructura hidráulica, así como las obras complementarias que correspondan al gobierno federal [desparza@gsmn.cna.gob.mx].

Dentro del fortalecimiento del federalismo, la CNA impulsa la descentralización de funciones, programas y recursos federales hacia los gobiernos estatales, municipales y a los usuarios organizados; y apoya el establecimiento y consolidación de Comisiones Estatales de Agua (CEA).

La CNA ha transferido los programas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales; Agua Limpia; Control de Malezas Acuáticas; y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas, cuyos recursos federales son canalizados a los estados para ser ejercidos por sus gobiernos y organismos operadores y los programas hidroagrícolas de rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego; Desarrollo Parcelario; Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica; y Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola se conjuntaron con los de SAGARPA en Alianza para el Campo, a fin de impulsar el desarrollo agrícola integral y regional cuyos recursos federales son transferidos a los Fideicomisos Fondo de Fomento Agropecuario (Fofae), para ser ejercidos directamente por los usuarios [CNA 2001].

La aportación de los recursos presupuestales de CNA a las entidades federativas y usuarios, fue del orden de 468 millones de pesos en 1996; 796 en 1997; 850 en 1998; 1254 en 1999; 1269 en el 2000 y 1280 en 2001. Con la aportación de los estados, municipios y usuarios esta inversión se duplica [CNA 2001].

Los lineamientos de política para el período 2001-2006 que establece el Programa Nacional Hidráulico son los siguientes:

- ❖ El desarrollo del país debe darse en un marco de sustentabilidad.
- ❖ El agua es un recurso estratégico de seguridad nacional
- ❖ La unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica.
- ❖ El manejo de los recursos debe ser integrado
- ❖ Las decisiones deben tomarse con la participación de los usuarios.

En este mismo documento rector se declara que para enfrentar adecuadamente los problemas nacionales en cuestiones de agua, es necesario impulsar la ciencia y la tecnología, y se orienta a lograr el uso eficiente del recurso, tanto en el medio rural como en el urbano, y tanto en un gran sistema como entre usuarios individuales.

De igual manera, se expresa que la CNA y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), son las instituciones encargadas de encabezar este esfuerzo científico y tecnológico, coordinando la participación de universidades, centros de investigación y otras instancias.

En materia de capacitación asociada al sector destacan: además del IMTA, el Centro Mexicano de Capacitación en Agua y Saneamiento (Cemcas), el Centro Nacional de Transferencia de Tecnología de Riego y Drenaje (Cenatryd), e institutos y escuelas distribuidas en el país, con diferentes niveles de enseñanza e investigación.

La CNA y el IMTA encabezaran los esfuerzos dirigidos a impulsar y apoyar técnica y financieramente, la investigación y el desarrollo, la innovación, adaptación y transferencia de tecnología en el sector.

El IMTA impulsará el desarrollo de infraestructura de investigación, innovación y transferencia de tecnología para apoyar la solución de los problemas prioritarios del agua y la formación de recursos humanos en materia de tecnología hidráulica, hidroambiental, hidrológica, meteorológica, de tratamiento y calidad del agua, de seguridad y operación de infraestructura hidráulica, de irrigación y drenaje, de comunicación y participación social, de economía y finanzas del agua, y de educación ambiental en materia de agua.

A través del PNH 2001-2005 se pretende dar un fuerte impulso al diseño de sistemas de información sobre los recursos hidráulicos de México y sistemas de información para el manejo y control administrativo y operativo del sector, para lo cual se requiere proveer de la tecnología informática que apoye las funciones sustantivas de la propia CNA y de las instituciones locales relacionadas con el agua; facilitar los mecanismos de soporte y actualización de la infraestructura informática; así como desarrollar y establecer el marco normativo en materia de tecnología de la información.

La CNA tiene entre sus funciones desarrollar, conservar y operar las redes de observación para proporcionar el servicio de información meteorológica del país; además es responsable de informar al Sistema Nacional de Protección Civil sobre presencia, evolución e impacto de los fenómenos hidrometeorológicos extremos y se constituye como la única fuente oficial, en coordinación con la Secretaría de Gobernación, que puede proporcionar información sobre la existencia y desarrollo de dichos fenómenos.

La CNA cambió su estructura orgánica, orientándola a la realización de un manejo integral del recurso, con la participación de los usuarios, dividiendo al país en 13 regiones administrativas, definidas por límites hidrológicos. Permitiendo así, atender los problemas que enfrenta cada cuenca, logrando una gestión sustentable del recurso [Talavera 2000].

La Subdirección General de Programación, a través de su Gerencia de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral, realizó a través de diversas empresas de consultoría y asesoría, un Diagnóstico de la Problemática Hidráulica de cada una de las Regiones Hidrológicas en que está dividido el país.

Los tres principales aspectos que se consideraron para el análisis de cada región, fueron los siguientes:

- ❖ **Características Generales.** Se realizó una breve descripción de las características generales, por ejemplo, los estados y/o municipios que comprenden cada región, su extensión territorial, clima, temperatura, precipitación pluvial, escurrimientos superficiales anuales, capacidad de almacenamiento, así como la cantidad de presas y/o sitios para que se realice dicho almacenamiento. También se mencionan los porcentajes de agua que se destinan a los diferentes usos agrícolas y urbanos (agua potable y alcantarillado).

- ❖ Problemática más Representativa. Se refiere a la problemática prioritaria de las trece regiones hidrológicas.
- ❖ Escenarios Propuestos. En este rubro se describen los escenarios que se consideró conveniente proponer y presentan variantes tales como: la ausencia de acciones; acciones mínimas y; acciones óptimas.

II.1.1.2 SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL (SMN)

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a escala nacional y local en nuestro país. La Unidad del Servicio Meteorológico Nacional, depende de la Comisión Nacional del Agua (CNA), la cual forma parte de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).

Los objetivos del SMN se concentran en la vigilancia continua de la atmósfera para identificar los fenómenos meteorológicos que pueden afectar las distintas actividades económicas y sobre todo originar la pérdida de vidas humanas. El SMN también realiza el acopio de la información climatológica nacional (ref. desparza@gsmn.cna.gob.mx)

Sus funciones principales son:

1. Mantener informado al Sistema Nacional de Protección Civil, de las condiciones meteorológicas que puedan afectar a la población y a sus actividades económicas.
2. Difundir al público boletines y avisos de las condiciones del tiempo, especialmente durante la época de ciclones, que abarca el periodo de mayo a noviembre.
3. Proporcionar al público información meteorológica y climatológica.
4. Realizar estudios climatológicos o meteorológicos.
5. Concentrar, revisar, depurar y ordenar la información, generando el Banco Nacional de Datos Climatológicos, para consulta del público.
6. Para llevar a cabo sus objetivos, el Servicio Meteorológico Nacional cuenta con una red constituida por la siguiente infraestructura de observación:
7. Red sinóptica de superficie, integrada por 72 observatorios meteorológicos, cuyas funciones son las de observación y transmisión en tiempo real de la información de las condiciones atmosféricas.
8. Banco Nacional de Datos Climatológicos, el cual concentra y archiva información proveniente de las diferentes redes climatológicas del país, incluyendo la red de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos (GASIR). Lo que permite contar con el archivo climatológico más importante del país, el cual incluye datos históricos desde fines del siglo pasado hasta la fecha.

9. Red sinóptica de altura. Consta de 15 estaciones de radiosondeo, cuya función es la observación de las capas altas de la atmósfera. Cada estación realiza mediciones de presión, temperatura, humedad y viento mediante una sonda que se eleva por medio de un globo dos veces al día.

10. Red de 12 radares meteorológicos distribuidos en el territorio nacional. Esta red comenzó a funcionar en 1993 y proporciona información continua que se recibe en el Servicio Meteorológico Nacional, vía satélite. Los radares permiten detectar la evolución de los sistemas nubosos. Con ello puede conocerse la intensidad de la precipitación (lluvia, granizo o nieve), la altura y densidad de las nubes y su desplazamiento, así como la velocidad y dirección del viento, en un radio máximo de 480 Km. alrededor de cada radar. Con la actual red de doce radares se cubre casi en su totalidad el territorio nacional.

11. Estación terrena receptora de imágenes del satélite meteorológico GOES-8. Con esta estación se reciben imágenes cada 30 minutos de cinco diferentes bandas: una visible, tres franjas infrarrojas y una de vapor de agua. Cada imagen cubre la región meteorológica número 4, la cual abarca México, Canadá, Estados Unidos de América, el Caribe y Centro América. Además, cada tres horas se recibe una imagen visible, otra infrarroja y una de vapor de agua que cubren el total del continente americano. Las imágenes se utilizan para detectar, identificar y dar seguimiento a los fenómenos meteorológicos severos como tormentas, frentes fríos o huracanes. Por medio de las imágenes también se puede estimar la intensidad de la precipitación. Esta información es utilizada por los meteorólogos en la elaboración de sus pronósticos para cada región del país.

El SMN difunde su información en forma de boletines o avisos especiales ya sea vía telefónica, fax, módem ó en Internet, al Sistema Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación; la Secretaría de la Defensa Nacional; la Secretaría de Marina; la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; las Gerencias de la Comisión Nacional del Agua; Petróleos Mexicanos; la Comisión Federal de Electricidad; la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; la Secretaría de Turismo; la Secretaría de Salud; el Gobierno del Distrito Federal y los Estados; universidades e instituciones educativas de todos los niveles; medios masivos de comunicación, empresas de todo tipo, laboratorios químicos, hospitales, aseguradoras y público en general.

II.1.1.3 INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)

El IMTA fue creado mediante Decreto Presidencial, publicado en el Diario Oficial de la federación el 7 de agosto de 1986, como órgano desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El 30 de octubre del 2001 fue publicado en el mismo Diario, el Decreto mediante el cual se crea el IMTA como organismo publico descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios y se define su integración al sector coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El IMTA tiene por objeto, con base en el decreto citado, realizar investigación, desarrollar, adaptar y transferir tecnología, prestar servicios tecnológicos y preparar recursos humanos calificados para el manejo, conservación y rehabilitación del agua, a fin de contribuir al desarrollo sustentable del país, lo cual incluye la impartición de estudios de posgrado en las áreas afines y brindar servicios especializados de laboratorio, asesoría técnica, de elaboración de normas, de diseño, de información, de aseguramiento de calidad y de asimilación de tecnología a los sectores privado y social del país, así como a instituciones y organismos extranjeros e internacionales, en las áreas relacionadas con el manejo, conservación rehabilitación y tratamiento del agua y recursos asociados al líquido.

Una función que debe resaltarse es la que le permite al IMTA, apoyar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el establecimiento, conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, de los mecanismos de regulación para la evaluación de la conformidad y para la certificación de normas de calidad de sistemas, materiales, equipo y maquinaria asociados con el uso, aprovechamiento y tratamiento del agua.

El grupo multidisciplinario de especialistas del IMTA, posee experiencia en el diagnóstico, evaluación y solución de problemas relacionados con el agua, y esta estructurado para abordar un amplio panorama de investigación, servicios y actividades asociadas con los usos del agua, tales como:

- Estudios relativos a la protección del ambiente
- Caracterización y tratamiento de descargas
- Potabilización
- Transporte de contaminantes
- Evaluación ambiental

El IMTA esta ubicado sobre una superficie 20 hectáreas en el municipio de Jiutepec, Morelos. Cuenta con 23,000 m² de instalaciones que incluyen 12 laboratorios especializados, y centros específicos que a continuación se enuncian:

Laboratorios

- Hidráulica "Enzo Levi"
- Calidad del agua
- Tratamiento de aguas residuales industriales
- Tratamiento de aguas residuales municipales
- Riego y drenaje
- Potabilización
- Calibración de sensores meteorológicos

- Hidrobiología
- Hidrología
- Hidrogeoquímica
- Mecánica de suelos
- Comunicación

Centros

- Cómputo
- Consulta del agua
- Capacitación
- División de estudios de posgrado de la facultad de ingeniería de la UNAM

Particularmente el laboratorio de hidráulica “Enzo Levi”, presta los servicios de experimentación en hidráulica básica, modelos físicos a escala reducida, desarrollo y prueba de dispositivos hidráulicos de medición y control, y evaluación de dispositivos hidráulicos comerciales. Además apoya la experimentación para investigación, diseño, revisión, evaluación y aprendizaje de la hidráulica. Posee un área de certificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA) para las 122 pruebas indicadas en el documento de acreditación MM-101-017/01.

La infraestructura principal es la siguiente:

- Área experimental de 3,200 m² bajo techo y 2000 m² en el exterior.
- Abastecimiento: sistema de circulación cerrado con una capacidad de bombeo de 300 lps y tanque de carga constante de 12 m de altura
- Canales: Pendiente variable, rehbock, anular para la caracterización de molinetes y exterior para pruebas de estructuras fluídicas.
- Bancos experimentales para: modelos hidráulicos, evaluación de medidores y muebles domésticos.
- Instrumentación para adquirir información automatizada

En términos generales el IMTA cuenta con seis áreas o líneas generales de investigación que se presentan a continuación (en el Anexo G, se presenta una relación de los proyectos realizados durante el año 2003):

➤ Tecnología Hidráulica

Proyectos de modelación hidrodinámica en tres dimensiones, prototipos hidráulicos, tecnología en hidráulica rural y urbana, Normas Oficiales Mexicanas del sector agua y su vigilancia, calculo de flujos con altas concentraciones de sedimentos, evaluación de calidad ambiental y manejo integral de lagunas costeras.

➤ Tecnología Hidrológica

Desarrollo de técnicas experimentales y de modelación numérica para el saneamiento de acuíferos, diseño y evaluación de sistemas de recarga artificial de acuíferos asistido por computadora, pronósticos climáticos operativos, campañas de estimulación de lluvia, captura y validación de información de 300 estaciones climatológicas y desarrollo de sistemas que permitan su consulta, escenarios climáticos para México; análisis, implementación, calibración y evaluación para el Sistema de pronóstico de ríos; transferencia de agua entre cuencas vecinas.

➤ **Tratamiento y Calidad del Agua**

Tecnología para mejorar la calidad del agua, potabilización de agua para consumo humano, Metodologías físicas y químicas para la reducción de la evaporación de embalses, evaluación de contaminación difusa en zonas agrícolas - urbanas.

➤ **Tecnología de Riego y Drenaje**

Desarrollo de sistemas y accesorios de riego presurizado para agricultura de precisión, desarrollo y análisis de sistemas de operación y conservación de infraestructura hidroagrícola, estudios dinámicos de erosión hídrica en parcelas agrícolas y cuencas, contaminación y drenaje agrícola, conservación y rehabilitación de cuencas para preservar y mejorar los recursos agua y suelo.

➤ **Tecnología de Comunicación, Participación e Información**

Cambio social y participación en la gestión del agua, servicios de información tecnológica relacionados con el Centro de Consulta del Agua y organización y evaluación participativa en zonas rurales.

➤ **Desarrollo Profesional e Institucional**

Estudios metodológicos para complementar datos climatológicos faltantes o erróneos, desarrollos de hidrología estadística, capacitación en el uso de software especializado, asimilación y capacitación en la tecnología de la nueva red de estaciones hidroclimatológicas del SMN.

II.1.1.4 COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

En 1937 México tenía 18.3 millones de habitantes. Tres empresas ofrecían el servicio de energía eléctrica con serias dificultades a siete millones de mexicanos, que representaban el 38% de la población. La oferta no satisfacía la demanda, las interrupciones en el servicio eran constantes y las tarifas muy elevadas, situaciones que no permitían el desarrollo económico del país. Además, estas empresas se dedicaban principalmente a los mercados urbanos más redituables sin contemplar en sus planes de expansión a las poblaciones rurales, donde habitaba el 67% de la población.

Para dar respuesta a esta situación, el Gobierno de México decide crear el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad, que en una primera etapa se dio a la tarea de construir plantas generadoras para satisfacer la demanda existente. Actualmente, la capacidad instalada en el país es de 40,354.24 MW, de los cuales 64.83% corresponde a generación termoeléctrica, 23.24% a hidroeléctrica, 6.44% a centrales carboeléctricas, 2.10% a geotérmica, 3.38% a nucleoelectrica y 0.01% a eoloeléctrica.

La CFE se creó con objeto de generar energía para abastecer a un mercado en crecimiento, satisfacer la demanda de los consumidores de bajos ingresos, planear e integrar el servicio eléctrico en México y preparar un esquema que le diera a la nación el control sobre sus recursos energéticos (<http://www.cfe.gob.mx/git/infohist.html> enero 2003).

En 1950, la CFE tenía una capacidad instalada de 167,126 Kw., el 13% del total del país. Durante la década siguiente, las empresas privadas tuvieron importantes transformaciones, fusiones y reestructuraciones, y el estado se vio precisado a adquirir total o parcialmente varias de estas empresas, hasta que a fines de 1960, el Ejecutivo Federal propuso la adición al párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, señalando que correspondía exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público; y que en esta materia no se otorgarían concesiones a los particulares, aprovechando la nación los bienes y recursos naturales que se requirieran para dichos fines. Comenzó entonces un largo proceso de integración de las empresas existentes. De 1962 a 1972 la CFE adquirió e incorporó a su estructura 27 empresas regionales, y el proceso continuó hasta 1991. En 1975 se fundó el Instituto de Investigaciones Eléctricas, Centro encargado de realizar investigación aplicada y apoyar el desarrollo tecnológico de la industria nacional.

Actualmente la CFE posee un tamaño comparable con algunas empresas del sector eléctrico más grandes del mundo. Su capacidad instalada de generación suma 32,000 megawatts y sirve al 94% de la población, en un área de dos millones de kilómetros cuadrados; cuenta con 15 millones de usuarios y medio millón de kilómetros de líneas de transmisión y distribución. (Ref. http://www.cfe.gob.mx/internacional/acerca.html_enero_2003). Atendiendo a sus políticas de diversificación de fuentes energéticas, la CFE ha utilizado varias tecnologías de generación, las cuales participan con los siguientes porcentajes en la capacidad instalada:

TABLA II.1 TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA NACIONAL

TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN	PORCENTAJE
HIDROELÉCTRICA	28
HIDROCARBUROS	52
DUAL (CARBÓN E HIDROCARBUROS)	6
CARBOELÉCTRICA	6
GEOTERMOELÉCTRICA	2
NUCLEOELÉCTRICA	4

Adicionalmente se cuenta con una Central Eólica de 2 megawatts.

A continuación se presenta una tabla con las Unidades Generadoras de la CFE a Diciembre de 1995:

TABLA II.2 UNIDADES GENERADORAS DE LA CFE (1995)

TIPO	No DE CENTRALES	UNIDADES	CAPACIDAD EN Mw.
VAPOR	28	91	13,370
CICLO COMBINADO	5	27	1,890
GEOTÉRMICA	5	28	753
TURBO GAS	29	63	1,178
DUAL	1	6	2,100
COMBUSTIÓN INTERNA	11	54	86
COMBUSTIÓN INTERNA MÓVIL	-	52	42
TURBO GAS MÓVIL	-	11	130
HIDROELÉCTRICA	62	176	9,056
NUCLEOELÉCTRICA	1	2	1,309
CARBOELÉCTRICA	2	7	2,250

TIPO	No DE CENTRALES	UNIDADES	CAPACIDAD EN Mw.
EOLOELÉCTRICA	1	7	2
TOTAL	145	524	32,166

Después de cumplir 65 años, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) enfrenta el reto de suministrar energía eléctrica por 58450.04 megavatios (mw), es decir 17607.04 mw más de los que se consumen actualmente en nuestro país, toda vez que la demanda crece a un ritmo de 5.5 % anual, lo cual exige fuertes inversiones para que este sector genere los flujos requeridos. El 14 de agosto del 2002 se inauguraron las plantas de ciclo combinado Monterrey II y Monterrey III en Nuevo León.

A continuación se enuncian los estudios y proyectos que realiza la CFE, cuya contribución la ubica como una de las instituciones más sólidas en el ámbito nacional e iberoamericano en aspectos de ingeniería hidráulica aplicada a la generación de energía eléctrica, sin embargo los estudios básicos y aplicados que realiza son un acervo de utilidad nacional para investigadores y profesionales de la materia:

1) Estudios integrales:

- Balances y pronósticos hidrográficos para la determinación de gastos de diseño
- Control, conservación y desarrollo de cuencas hidrográficas
- Diseño de obras para la rectificación y encauzamiento de ríos.
- Diseño y revisión de redes de agua potable y alcantarillado
- Protección contra inundaciones en centros de población, áreas agrícolas e industriales
- Transporte y depósito de sedimentos en ríos y embalses
- Diseño de obras hidráulicas para abastecimiento de agua
- Diseño de obras hidráulicas
- Ingeniería de ríos
- Hidrología superficial

2) Oceanografía:

- Dimensionamiento de terminales marítimas y portuarias para carga y descarga de materiales diversos
- Diseño de obras de protección costera
- Difusión y dispersión de contaminantes
- Dragado
- Procesamiento de datos oceanográficos y climatológicos
- Obtención de parámetros para el diseño de estructuras marítimas
- Diseño de obras costeras
- Hidrodinámica, difusión, evolución costera y oleaje
- Estimación de volúmenes de azolve y erosión en obras costeras
- Definición de zonas de tiro de material de dragado
- Mediciones: parámetros físicos, oleaje, corrientes y mareas, temperatura ambiente, precipitación y viento.
- Batimetrías
- Perfiles playeros
- Muestreo de material del fondo playero
- Supervisión de construcción en obras costeras

3) Hidrometeorología

- Análisis de información meteorológica en tiempo real, a través de equipo de recopilación de imágenes y productos meteorológicos
 - Análisis y caracterización meteorológica y climatológica regional y sus modificaciones por relieve, vegetación y zonas lluviosas
 - Análisis estadístico de información hidrometeorológica
 - Cálculo de la temperatura de diseño para turbinas de centrales termoeléctricas
 - Curvas de intensidad- duración- período de retorno y precipitación- área- duración
 - Análisis de funcionamiento de vasos y tránsito de avenidas
 - Determinación de avenidas de diseño
 - Pronósticos meteorológicos a nivel nacional y por regiones, para diferentes períodos de validez (24h y de 48 a 96 h)
 - Estudios meteorológicos y climatológicos para diseño de obras civiles
 - Estudios hidrológicos para obras hidráulicas
- 4) Geohidrología:
- Prevención de sobreexplotación de acuíferos
 - Impacto ambiental en acuíferos por obras civiles o mineras
 - Perforación y construcción de pozos para abastecimiento de agua
 - Pruebas de aforo y bombeo

II.1.1.5 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS

Este instituto fue creado el primero de diciembre de 1975 como un organismo descentralizado. Sus actividades principales son llevar a cabo proyectos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico para el sector eléctrico y sus principales clientes son la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Luz y Fuerza del Centro (LyFC) y Petróleos Mexicanos (PEMEX), así como la industria de manufacturas eléctricas e industrias afines.

El IIE también brinda servicios técnicos especializados y colabora con instituciones y empresas eléctricas de otros países.

El IIE agrupa sus actividades tecnológicas en cuatro divisiones técnicas: División de Energías Alternas, de Sistemas de Control, de Sistemas Eléctricos, y de Sistema Mecánicos.

Esta última División integra las gerencias que a continuación se enuncian con sus respectivas líneas de investigación, las cuales son afines con el propósito de esta tesis:

- Ingeniería Civil. Análisis y diseño avanzado de estructuras. Seguridad de obras civiles.
- Turbomaquinaria. Rediseño y rehabilitación de componentes de turbomaquinaria. Diagnóstico y mantenimiento predictivo de turbomaquinaria
- Procesos Térmicos. Operación de centrales generadoras. Procesos de combustión. Optimización energética de procesos
- Materiales y procesos químicos. Procesos químicos y contaminación ambiental. Materiales orgánicos e inorgánicos y electroquímicos

II.1.1.6 INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), es un centro de investigación y desarrollo tecnológico dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México. Creado el 15 de abril de 1987 como un órgano desconcentrado del gobierno federal, el IMT surge como una respuesta a la necesidad de modernizar la infraestructura, optimizar la operación, desarrollar o adaptar tecnologías conforme a los requerimientos del país y promover la producción de la industria nacional. El IMT desarrolla proyectos de investigación en el ámbito del sector transporte público y privado y establece convenios de colaboración con diferentes instituciones. Además, mantiene en forma permanente la formación, actualización y capacitación de su personal.

Algunos de los principales objetivos de este centro se citan a continuación:

- Realizar en forma sistemática proyectos de investigación o desarrollo que puedan ser compartidos con empresas, centros de investigación e instituciones nacionales e internacionales.
- Orientar las acciones del instituto para lograr una adecuada línea de transferencia tecnológica
- Establecer la factibilidad y viabilidad de los proyectos en términos de su utilidad potencial dentro del sector, jerarquizándolos con el fin de aprovechar mejor los recursos del Instituto
- Desarrollar y aplicar métodos y sistemas para evaluar y dar seguimiento a los trabajos realizados
- Desarrollar métodos y sistemas para evaluar a los investigadores
- Fortalecer la capacidad de respuesta del Instituto ante las demandas de investigación y desarrollo tecnológico

Actualmente, en el IMT se desarrollan proyectos de investigación en las siguientes áreas:

- Ahorro de energía. Desarrollo de estrategias para el ahorro de energía en el sector transporte y su impacto ambiental. Pruebas experimentales de dispositivos ahorradores de combustible y anticontaminantes en motores diesel.
- Equipamiento para el transporte
- Estadística. Manual estadístico del Sector Transporte
- Infraestructura. Comportamiento esfuerzo-deformación de suelos cohesivos compactados. Comportamiento de materiales granulares para capas de base en carreteras. Estudio experimental y teórico del comportamiento dinámico de estructuras y puentes.
- Ingeniería marítima. Estudio de medición de oleaje y corrientes en el puerto de Altamira, Tamaulipas.
- Normatividad. Normas SCT de proyecto, construcción y conservación de la infraestructura del transporte
- Operación del transporte. Manejo de carga contenerizada en Tampico- Altamira. Problemas de integración modal en el puerto de Veracruz. Una metodología para valuar beneficios de mejoras en los sistemas de transporte
- Sistemas de información geográfica. Desarrollo de aplicaciones del Sistema de Información Geoestadística del transporte
- Transporte aéreo

Es importante mencionar que el personal e infraestructura del Laboratorio de Hidráulica de San Juan Ixhuatepec, el cual desarrolló y poseía una gran tradición en investigación hidráulica, fueron transferidos a este Centro.

II.1.1.7 CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)

En el año 2000 el CONACYT de manera conjunta con la Comisión Nacional del Agua, a través de su Subprograma Especial de Investigación y Desarrollo sobre Agua y en el marco del Programa Especial de Ciencia Y tecnología, emitió su Convocatoria para fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico en temas relacionados con el agua, considerando la clasificación de Regiones Hidrológicas de la CNA, en una primera etapa considerando proyectos relacionados con la problemática de las Cuencas Pacífico Norte (III), Río Bravo (VI), Lerma Santiago (VIII), Frontera Sur (XI) y Valle de México (XIII), de conformidad con prioridades establecidas por usuarios e investigadores en foros celebrados en el mes de mayo del 2000. [<http://infomainconacyt.mx/>].

En la Convocatoria citada se definieron una serie de problemas detectados por Cuenca, agrupados por temáticas que a continuación se enuncian:

CUENCA PACÍFICO NORTE (III)

ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE LA NORMATIVIDAD DEL USO DEL AGUA

- ❖ Deficiencia normativa
- ❖ Cumplimiento de normas

CALIDAD DEL AGUA

- ❖ Alteración del agua en cuerpos costeros
- ❖ Alteración del agua en canales, ríos y drenes
- ❖ Alteración del agua subterránea natural inducida
- ❖ Reuso del agua
- ❖ Descargas ecológicas a cuerpos de aguas

USO EFICIENTE DEL AGUA

- ❖ Almacenamiento
- ❖ Conducción y distribución
- ❖ Aplicación

CUENCA RÍO BRAVO (VI)

BAJA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA DE RIEGO

- ❖ Infraestructura
- ❖ Planeación del riego
- ❖ Transferencia de tecnología
- ❖ Cambios en el uso del agua

CONTAMINACIÓN Y SANEAMIENTO DE CUENCAS

- ❖ Manejo y disposición de biosólidos
- ❖ Tecnologías apropiadas de tratamiento
- ❖ Cultura del agua
- ❖ Evaluación del impacto ambiental en los acuíferos
- ❖ Altas concentraciones de arsénico en aguas subterráneas

ALTA DEMANDA Y POCA DISPONIBILIDAD DE RECURSO

- ❖ Agricultura
- ❖ Industria
- ❖ Ciudad
- ❖ Servicios
- ❖ Ambiente
- ❖ Valoración del agua

LOCALIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACUÍFEROS

- ❖ Recopilación, análisis y diagnóstico de información
- ❖ Modelo conceptual del comportamiento hidrogeológico
- ❖ Cuantificación del balance geohidrológico

CUENCA LERMA – SANTIAGO (VIII)

GESTIÓN HOLÍSTICA

- ❖ Información
- ❖ Ordenamiento
- ❖ Desarrollo sustentable
- ❖ Evaluación y seguimiento de la gestión

SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS

- ❖ Recargas
- ❖ Delimitación e interacción de cuencas
- ❖ Crecimiento de la demanda
- ❖ Subsistencia del terreno

CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

- ❖ Malezas acuáticas en cuerpos de agua
- ❖ Saneamiento
- ❖ Deterioro de la calidad del agua y ecología de ríos
- ❖ Dispersión de contaminantes en acuíferos
- ❖ Basura
- ❖ Control de descargas
- ❖ Tecnologías accesibles para tratamiento de aguas residuales

PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LA VIGILANCIA Y CONTROL

- ❖ Estrategias de participación efectiva
- ❖ Auditorías del agua
- ❖ Reducción de la demanda
- ❖ Preservación del recurso
- ❖ Sistemas de medición

IMPACTO SOCIOPOLÍTICO Y ECONÓMICO DEL MARCO JURÍDICO EN LA CUENCA

- ❖ Consecuencias de aplicación (o no aplicación), de leyes, normas y tarifas
- ❖ Identificación de virtudes y defectos de leyes, normas y tarifas
- ❖ Implicaciones laborales y profesionales en la aplicación de leyes y normas

CUENCA VALLE DE MÉXICO (XI)

CULTURA DEL USO EFICIENTE

- ❖ Uso eficiente en la ciudad y en la industria
- ❖ Establecimiento de cuotas y tarifas
- ❖ Difusión

CONTAMINACIÓN

- ❖ Contaminación en agua superficial
- ❖ Contaminación en agua subterránea

USO AGRÍCOLA

- ❖ Infraestructura agrícola
- ❖ Tecnificación en los sistemas de riego
- ❖ Fomento de cultivos rentables

TRATAMIENTO Y REUSO

- ❖ Procesos de reuso agrícola
- ❖ Procesos de reuso urbano
- ❖ Procesos de reuso industrial

PLANEACIÓN

- ❖ Información
- ❖ Relación demanda – oferta del recurso

CUENCA FRONTERA SUR (XIII)

CONSERVACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

- ❖ Monitoreo y Evaluación
- ❖ Impacto ambiental

CULTURA DEL AGUA

- ❖ Legislación
- ❖ Educación ambiental no formal
- ❖ Participación ciudadana
- ❖ Investigación social participativa en el medio rural

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS

- ❖ Red automatizada, satelital, radar, EMCAS
- ❖ Evaluación simultánea y ex post de inundaciones
- ❖ Difusión y sistemas de alarma

TRANSFERENCIA

- ❖ Rescate, transferencia y adecuación de tecnología para uso múltiple y reciclaje del agua

DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

- ❖ Disponibilidad de agua superficial
- ❖ Calidad del agua

USO Y REUSO DEL AGUA

- ❖ Abastecimiento
- ❖ Tratamiento de aguas residuales

❖ Difusión a productores, reservas biosféricas y consumidores

Las temáticas citadas, son evidentemente las prioridades definidas por el CONACyT en el ámbito de la investigación nacional y son el producto de un análisis de las necesidades detectadas en los diferentes sectores privado, público y social. Esta convocatoria fue emitida a finales de la administración del Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León y su continuidad en la administración del Lic. Vicente Fox Quesada, a la fecha, dependerá de los apoyos económicos que se destinen a este tipo de convocatorias. Sin embargo en un indicativo claro y preciso de las necesidades nacionales que deberán atenderse a la brevedad posible y marcaran la jerarquización de líneas de investigación hacia donde se deberán dirigir todos los esfuerzos.

En el anexo B (tabla B.2) se presenta la lista de proyectos aprobados y condicionados en el marco de esta convocatoria del Subprograma Especial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (<http://www.main.conacyt.mx/daio/agua/proyectos.html>) última actualización 16 de octubre del 2000). En octubre de 2003, estaba en proceso la elaboración de una nueva convocatoria al respecto.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, realizó durante el año 2002, un cambio muy importante en su estructura organizacional y operativa conforme a lo indicado en la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT), determinando sus metas y políticas según lo establece el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT). El instrumento fundamental del cambio estructural se encuentra en la constitución de los Fondos CONACYT. El establecimiento de dichos fondos permitirá otras opciones al interactuar tanto con las Secretarías de Estado, los gobiernos estatales y diversas entidades federales, con las instituciones del ámbito académico y científico, así como las empresas privadas que integran el sistema científica- tecnológico nacional.

A través de los fondos sectoriales, mixtos, de cooperación internacional e interinstitucionales se coordinaran esfuerzos para la generación del conocimiento, la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos, así como en el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica que requiere el país.

Los investigadores, académicos, tecnólogos, empresarios, universidades y centros de investigación, podrán acudir a las convocatorias de los diferentes fondos, presentando propuestas que contribuyan a resolver problemas y necesidades de los diferentes sectores y estados.

FONDOS SECTORIALES

Se cuenta con las siguientes modalidades:

- ❖ Investigación científica y tecnológica que:
 - a) Genere conocimiento de frontera para el desarrollo del sector
 - b) Resuelva problemas concretos del sector
 - c) Atienda necesidades específicas del sector
 - d) Permita el aprovechamiento de oportunidades en el sector

- ❖ Innovación y desarrollo tecnológicos para:
 - a) Nuevos productos, procesos y servicios

- b) Atender las necesidades, oportunidades, y/o problemas del sector
 - c) Promover la creación y fortalecimiento de empresas y nuevos productos de alto valor agregado de carácter estratégico para el sector.
- ❖ Creación y fortalecimiento de grupos de investigación científica y tecnológica en las instituciones de Educación superior, Centros de Investigación y empresas en el sector a través de:
 - a) La formación de recursos humanos de alto nivel
 - b) La incorporación de científicos y tecnólogos
 - c) El intercambio de estudiantes, científicos y tecnólogos
 - ❖ Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del sector.
 - ❖ Divulgación y difusión de la ciencia y la tecnología relevante para el sector

A partir del 2001 se desplegó una intensa campaña de concertación con las diferentes Secretarías de Estado y organismos federales para la constitución de los Fondos Sectoriales, cuya situación al mes de septiembre del 2002, era la siguiente:

FONDOS SECTORIALES EN OPERACIÓN Y CON CONVOCATORIA

- ❖ SEMARNAT
- ❖ SAGARPA
- ❖ ECONOMÍA
- ❖ MARINA
- ❖ SEP
- ❖ SEDESOL

FONDOS SECTORIALES CONSTITUIDOS POR CONVENIO

- ❖ VIVIENDA

Las convocatorias que estaban pendientes de publicarse, a la misma fecha, eran:

FONDOS SECTORIALES EN PROCESO DE CONSTITUCIÓN

CONAGUA
ENERGÍA
SALUD
SEGOB
SEP
STPS (LABORAL)

FONDOS SECTORIALES EN PROCESO DE NEGOCIACIÓN

ASA (AEROPUERTOS)
CONACULTA
CONAFOR (FORESTAL)
PGR
COFEMER (PRESIDENCIA)
SCT
SECODAM

SECTUR
 SEDENA
 SHCP
 SSP (SEGURIDAD)

Los Fondos Mixtos son un instrumento para el desarrollo científico y tecnológico regional, estatal y municipal, que permiten la confluencia de recursos tanto de los gobiernos estatales y municipales como del CONACYT con el propósito de:

- ❖ Coadyuvar al desarrollo integral de las entidades federativas mediante acciones científicas y tecnológicas
- ❖ Fomentar el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas de los estados
- ❖ Promover la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas

A partir del año 2001 se han venido realizando diferentes actividades para el establecimiento de los Fondos Mixtos, cuya situación al mes de septiembre del 2002, era la siguiente:

FONDOS MIXTOS EN OPERACIÓN Y CON CONVOCATORIA (CONACYT – GOBIERNO DE LOS EDOS.)

- ❖ AGUASCALIENTES
- ❖ SAN LUIS POTOSÍ
- ❖ BAJA CALIFORNIA
- ❖ DURANGO
- ❖ SONORA
- ❖ ZACATECAS
- ❖ TLAXCALA
- ❖ QUINTANA ROO
- ❖ NUEVO LEÓN
- ❖ COAHUILA
- ❖ TAMAULIPAS

FONDOS MIXTOS CONSTITUIDOS POR CONVENIO Y CONTRATO

- ❖ CAMPECHE
- ❖ CHIAPAS
- ❖ GUANAJUATO
- ❖ GUERRERO
- ❖ HIDALGO
- ❖ MICHOACAN
- ❖ PUEBLA
- ❖ QUERÉTARO

FONDOS MIXTOS EN PROCESO DE CONSTITUCIÓN

- ❖ BAJA CALIFORNIA SUR
- ❖ JALISCO
- ❖ NAYARIT
- ❖ TABASCO
- ❖ VERACRUZ
- ❖ YUCATÁN

FONDOS MIXTOS EN PROCESO DE NEGOCIACIÓN

- ❖ CHIHUAHUA
- ❖ COLIMA
- ❖ DISTRITO FEDERAL
- ❖ ESTADO DE MÉXICO
- ❖ MORELOS
- ❖ OAXACA
- ❖ SINALOA

Las líneas y proyectos de investigación específicos que tendrán que desarrollar todas las IES y Centros de Investigación públicos y privados, que deseen recibir presupuesto del CONACYT exclusivamente o conjunto con los gobiernos de los estados, estarán definidos por las demandas y temáticas indicadas en las convocatorias respectivas y que a continuación se enuncian, que corresponden a las que guardan relación con el recurso agua.

FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE CIENCIAS NAVALES. CONVOCATORIA SEMAR- CONACYT 2002-1

El ámbito de aplicación de la investigación y desarrollo tecnológico dentro de la Secretaría de Marina – Armada de México, se circunscribe a:

Contratar investigadores de alto nivel académico por proyecto hasta definir la disponibilidad de recursos, el impacto presupuestal y la viabilidad de realización de proyectos.

Los graves daños y pérdidas provocadas por los eventos ciclónicos severos de 1995, hicieron evidente una problemática a nivel nacional relacionada con la falta de recursos humanos y de mayor eficiencia en el pronóstico meteorológico, especialmente en el ámbito marítimo. Por ello, el Programa de Meteorología Marítima, autorizado por la administración anterior, contempló diversos proyectos de importancia, cuyo objetivo primordial fue lograr el desarrollo de un Servicio Meteorológico Marítimo que, en coordinación con el Servicio Meteorológico Nacional y otros Centros operativos nacionales e internacionales, coadyuvará a solucionar las deficiencias hasta entonces manifestadas y proporcionando los servicios de información meteorológica precisos, oportunos y confiables, que resultan indispensables para el desarrollo de las actividades marítimas, costeras y portuarias.

Los temas definidos para presentar propuestas en las demandas específicas del Sector están comprendidos en las siguientes áreas:

- ❖ SISTEMAS DE NAVEGACIÓN
- ❖ SISTEMAS DE ARMAS Y SENSORES
- ❖ SISTEMAS DE PROPULSIÓN
- ❖ SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
- ❖ SISTEMAS METEOROLÓGICOS
- ❖ OTRAS ÁREAS RELACIONADAS CON EL ÁMBITO NAVAL

FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIAL. CONVOCATORIA SEDESOL- CONACYT 2002-1

A pesar de que cada año México destina mayores recursos para desarrollo social, aún no existe un sistema de evaluación objetivo que permita conocer el efecto preciso que tiene este gasto sobre la población. El problema que acarrea llevar a cabo acciones con impacto incierto es con toda certeza, el desperdicio de los recursos, la subcobertura de los programas, y un bajo impacto de los mismos sobre la población objetivo.

Debe aprovecharse el interés de la comunidad científica, tanto nacional como internacional, ha expresado en cuanto al funcionamiento y resultados de varios programas sociales en los que México ha demostrado su capacidad de innovación para el beneficio de los sectores más desprotegidos.

ÁREA 1 POBREZA Y DESARROLLO SOCIAL Y HUMANO

TEMA 4 PROGRAMA DE MICRO-REGIONES

ÁREA 2 DESARROLLO URBANO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

TEMA 1 PROGRAMA HÁBITAT

El Programa Hábitat forma parte del Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio

FONDOS MIXTOS CONACYT- GOBIERNOS DE LOS ESTADOS.

En general, como ya se mencionó, el propósito principal de estos fondos, es promover el desarrollo científico y tecnológico regional, estatal y municipal, a través de la aplicación de recursos estatales, municipales y del CONACYT. Aún cuando es un esfuerzo incipiente matizado por intereses políticos, económicos y de grupos regionales que en poco o nada tienen relación con los propósitos del desarrollo científico y tecnológico, habrá que esperar a que los mecanismos de control y supervisión federal y estatal, logren una aplicación honesta y productiva de los fondos invertidos.

A continuación se enunciarán, a manera de resumen, las principales demandas que se intentarán atender a través de estos fondos:

- CADENA ALIMENTARIA AGROPECUARIA
 - ❖ Generación de sistemas de producción agrícola, pecuario y forestal sustentables- rentables, y aprovechamiento de las especies de las zonas áridas y semiáridas
- DESARROLLO URBANO Y RURAL
 - ❖ Análisis urbano cartográfico
 - ❖ Diseño de programas para la prevención de desastres naturales.
 - ❖ Estudio geohidrológico de aguas superficiales en zonas de alto riesgo
 - ❖ Modelos de análisis territorial para el Desarrollo Urbano Sustentable
 - ❖ Reducción de costos en materiales y procesos de construcción
- MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 - ❖ Adaptación y rentabilidad de variedades de pastos forrajeros de temporal a las condiciones áridas y semiáridas.
 - ❖ Alternativas para el manejo residual de desechos no peligrosos.
 - ❖ Análisis del costo del uso del agua limpia o residual.
 - ❖ Captación de agua en zonas de baja disponibilidad y en áreas de cultivo.
 - ❖ Creación de centros de investigación e información en ciencias ambientales.

- ❖ Desarrollo de alternativas de recuperación de sitios contaminados a través de biorremediación.
 - ❖ Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia para el uso y consumo humano
 - ❖ Determinación del impacto de actividades productivas en el recurso hídrico
 - ❖ Diagnóstico de flora y fauna en áreas naturales protegidas.
 - ❖ Evaluación y alternativas para el desarrollo forestal sostenible
 - ❖ Factibilidad de reuso de aguas tratadas
 - ❖ Impacto de los contaminantes sobre la calidad del agua en ríos
 - ❖ Inventario de manantiales
 - ❖ Manejo integral de la basura
 - ❖ Mejoramiento de la calidad del agua de los ríos
 - ❖ Métodos para la reducción de erosión eólica e hídrica, e incremento de la cobertura vegetal.
 - ❖ Opciones de tratamiento de aguas residuales domésticas y formas de aprovechamiento de las mismas.
 - ❖ Optimización del uso del agua de riego de los usuarios de Presas
 - ❖ Planeación del recurso agua
 - ❖ Recuperación de terrenos afectados por incendios forestales
 - ❖ Remoción de arsénico y fluoruro del agua potable.
 - ❖ Revisión del potencial hidrológico de la región.
 - ❖ Sistemas de información geográfica integrados con metodologías de cartografía participativa aplicadas al desarrollo de planes de manejo de las áreas naturales protegidas
 - ❖ Sistemas de información geográfica.
 - ❖ Tratamiento de aguas residuales in situ
 - ❖ Uso eficiente y conservación del agua.
 - ❖ Uso y manejo de las energías no convencionales
- **DESARROLLO SOCIAL , EDUCATIVO Y HUMANÍSTICO**
- ❖ Creación de Planes y Programas de estudio en el nivel básico sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable
 - ❖ Diagnóstico hidrológico en apoyo al desarrollo económico y social.
 - ❖ Estudio y evaluación de la cultura ecológica de los municipios
- **DESARROLLO INDUSTRIAL**
- ❖ Diseño y construcción de un medidor de consumo de agua en m³ acondicionado al uso de tarjetas de prepago. Diseño y construcción de un detector de fugas de agua a presiones menores a 1kg/cm².
 - ❖ Diseño y construcción de un sistema de producción de nieve para grandes volúmenes.
- **AGROINDUSTRIA**
- ❖ Diseño de invernaderos, para la producción hidropónica de hortalizas, optimizando el consumo de agua, control de temperatura, humedad relativa y control de plagas.

Durante el año 2002 fue emitida la convocatoria del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental SEMARNAT- CONACYT. Fueron recibidos 825 propuestas de los diferentes sectores académicos y empresariales, aprobándose en el mes de junio del 2003, 203

proyectos que cumplieron con los requisitos de calidad y pertinencia requeridos. Solo 44 proyectos tienen una relación directa con el recurso agua desde el punto de vista de ingeniería, destacando la ubicación de proyectos en el IMTA y la UNAM, como se puede apreciar en el anexo B (tabla B.3). El Comité Técnico y de Administración del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental, asignó un monto total de 249.5 millones de pesos a las 203 propuestas aprobadas.

De igual manera se reporta en la tabla B.4 del mismo anexo la relación de proyectos, relacionados con el recurso agua, aprobados por los Fondos Mixtos CONACYT- Gobiernos de los estados, de la convocatoria 2002-01, con corte al 19 de agosto del 2003.

El CONACYT presentó el documento denominado “Cierre del ejercicio 2002 y perspectivas para 2003. Mensaje del Director Gral. del CONACYT” en mayo del 2003, a través del cual se informó con detalle, el histórico de los apoyos ofrecidos por esta institución a las actividades de investigación, posgrado y vinculación en el ámbito nacional.

Es importante enfatizar que en el año 2003 la CNA y el CONACYT constituyeron el fideicomiso “Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua”, con la idea de apoyar la investigación científica y tecnológica en temas relacionados con el agua, a través de la firma de un acuerdo. Este fideicomiso tenía planeado iniciar con un presupuesto de 54 millones de pesos. En agosto del 2003 se instaló el Consejo Consultivo y Tecnológico del Sector Agua, como primer paso para la firma del citado fideicomiso.

II.1.2 INSTITUCIONES EDUCATIVAS

II.1.2.1 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. FACULTAD DE INGENIERÍA. DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO.

En la División de Estudios de Posgrado se imparte la maestría y el doctorado en Ingeniería y una de las opciones de especialidad es en hidráulica; la estructura curricular y las líneas de investigación, están asociadas a los temas que a continuación se enuncian

Aprovechamientos hidráulicos

Se analiza el uso óptimo del agua para resolver problemas de generación de energía, riego, drenaje y agua potable, así como aspectos económicos del diseño de estructuras hidráulicas y uso del agua cuando existen políticas conflictivas de asignación de este recurso.

Estructuras hidráulicas

Se estudian problemas atípicos como cavitación, comportamiento de vertedores, etc., en los que generalmente es necesario recurrir a la medición y análisis de variables en modelos hidráulicos y prototipos con el fin de mejorar la concepción de los fenómenos y proponer nuevos diseños, especialmente para grandes obras hidráulicas.

Fenómenos transitorios

Se desarrollan modelos matemáticos para la simulación de golpe de ariete, tránsito de avenidas en redes de colectores y de canales, cálculo de tirante y velocidades a lo largo del cauce de un río, etc. En algunos casos, estos modelos se calibran con mediciones experimentales o en prototipo.

Geohidrología

Mediante la generalización de modelos matemáticos ya desarrollados, se considera la descripción tridimensional del flujo y aspectos de la macrodispersión de medios porosos heterogéneos. Dichos modelos se aplican en estudios de explotación, contaminación de acuíferos y predicción de hundimientos provocados por bombeo.

Geotermia

Mediante la elaboración de modelos matemáticos, se trata de representar el comportamiento de un yacimiento geotérmico cuando está sujeto a extracciones de vapor para generar energía; dichos modelos se calibran con datos de campo. Adicionalmente, se estudia el funcionamiento de las redes de tuberías que conducen el vapor extraído del yacimiento.

Hidráulica fundamental

Se estudian los fundamentos teóricos de algunos problemas como el transporte de sólidos en tuberías, el desarrollo de la capa límite tridimensional, etc. Se han elaborado, entre otros, textos de hidrodinámica, de historia de la hidráulica y de mecánica de fluidos.

Hidrología de superficie

Se ha creado una tecnología apoyada en la experiencia de investigaciones recientes y en el uso generalizado de modelos matemáticos. Dicha experiencia se ha reunido en textos y manuales de difusión general. Actualmente, se realizan estudios hidrológicos de cuencas urbanas y naturales, técnicas de predicción de avenidas basadas en redes telemétricas, etc.

Hidráulica fluvial

Corresponde a esta área analizar aspectos de resistencia al flujo en cauces aluviales con pendientes fuertes, inicio de arrastre y acorazamiento en lechos con granulometría extendida, transporte de sedimentos y estabilidad de cauces, control de escurrimiento en ríos con pendientes fuertes, así como obras de control y encauzamiento. Los estudios se apoyan en investigaciones experimentales realizadas en canales de pendiente variable y en una mesa de arena. Asimismo, se desarrolló un modelo matemático que permite conocer el acorazamiento y la distribución granulométrica del material que forma la coraza.

Hidráulica marítima

Se desarrollan modelos matemáticos para predicción de oleaje, diseño económico de escolleras en función de cierta probabilidad de falla, estabilidad de lechos marinos por efectos de oleaje y socavación, y protección al pie de rompeolas. Se desarrollan modelos numéricos que permiten conocer la refracción, difracción y transporte litoral. Así como la realización de estudios de hidrodinámica de marinas. La investigación se extiende al sector público para dar respuesta a problemas de ingeniería marítima y portuaria.

Hidráulica agrícola

Se estudian problemas de uso óptimo del agua en relación con la producción agrícola. Se emplean modelos matemáticos de simulación y se realizan experimentos en laboratorios, así como trabajos en campo. Se han simulado cultivos, movimiento vertical de agua en suelos con plantas, y se han llevado a cabo estudios de riego y drenaje agrícolas. Se dispone de un modelo numérico que permite determinar el tirante, velocidad y gasto de salida al efectuar una operación de compuertas ubicadas en un canal de riego, asimismo se cuenta con un modelo matemático que permite conocer el comportamiento del agua en un surco.

II.1.2.2 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. INSTITUTO DE INGENIERÍA. COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA

Esta Coordinación es una de las fundadoras del Instituto de Ingeniería y forma parte de la Subdirección de Hidráulica. Las líneas de investigación que se desarrollan, son las siguientes:

- Diseño de estructuras hidráulicas, especialmente para grandes obras de excedencia y toma.
- Hidráulica agrícola para el uso óptimo del agua en la aplicación del riego y el desarrollo de sistemas y modelos de riego de baja carga.
- Hidráulica marítima e ingeniería de costas y puertos donde se elaboran estudios para el diseño de estructuras marítimas y obras de protección de costas.
- Hidráulica urbana, para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y drenaje en ciudades, se incluye la hidrología urbana.
- Hidráulica fluvial donde se desarrollan investigaciones sobre los problemas que se presentan en ríos, diseño de encauzamientos, transporte de sedimentos, etc.
- Hidrología que considera estudios hidrológicos de cuencas, predicción de avenidas, etc.
- Estudios geohidrológicos para el análisis y prevención de la sobreexplotación y contaminación de acuíferos y posibles efectos como hundimientos provocados por bombeos excesivos.

- Aprovechamientos hidráulicos. Se elaboran técnicas de optimización para el mejor uso y manejo del agua.
- Fenómenos transitorios. Se estudian problemas relacionados con el flujo no permanente en ríos, canales y tuberías.

II.1.2.3 COLEGIO DE POSTGRADUADOS (INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES)

Con base en sus objetivos, la especialidad en Hidrociencias desarrolla sus actividades de investigación y servicio, en las cinco áreas que a continuación se enuncian, mismas que están estrechamente vinculadas con los grados académicos de Maestría y Doctorado en ciencias que se otorgan.

El Programa de Hidrociencias (PROHID) es uno de los cuatro programas de enseñanza, investigación y servicio con que cuenta el Instituto de Recursos Naturales (IRENAT) del Colegio de Postgraduados en su sede, en Montecillo, Estado de México.

El Programa de Hidrociencias (Rama de Riego y Drenaje en el período de 1968 a 1979; Centro de Hidrociencias de 1997 a 1995; Programa de Hidrociencias de 1995 a 1997; Especialidad de Hidrociencias de 1997 a 2002) ha formado 192 maestros y 6 doctores en ciencias mexicanos y extranjeros.

Los objetivos fundamentales del PROHID son:

- Preparar personal al más alto nivel científico y técnico con una orientación humanística para las labores de investigación y docencia en el manejo de los recursos hidráulicos en la agricultura.
- Ejecutar programas de investigación científica para incrementar el acervo de conocimientos y como medio para actualizar y dinamizar la enseñanza en el manejo de los recursos hidráulicos.
- Generar y probar metodologías que hagan más viable y eficiente el manejo de los recursos hidráulicos.
- Capacitar a profesionales y técnicos en las metodologías desarrolladas en el PROHID, que tengan una aplicación inmediata en la solución de problemas sobre el manejo de los recursos hidráulicos.
- Sistematizar y hacer disponible el conocimiento generado por sus actividades a fin de fortalecer tanto a las instituciones de enseñanza y de investigación, como a los productores e instituciones relacionadas con ellos.
- Prestar servicios sobre el manejo de los recursos hidráulicos a las instituciones y organizaciones que lo soliciten.

Estos programas están en proceso de ajuste para atender algunas necesidades que se manifiestan en las siguientes metas:

- Desarrollar tecnologías para incrementar la eficiencia en el uso del agua, desde las fuentes de abastecimiento, su manejo en las redes de conducción y distribución, hasta la parcela del productor.
- Desarrollo de tecnologías para la prevención y combate de la salinización y empantanamiento de los suelos bajo riego.
- Desarrollo de técnicas para mitigar los procesos de contaminación de cauces naturales, cuerpos de agua y acuíferos, causados por el uso inadecuado de agroquímicos y contaminantes disueltos en aguas de desecho industrial y urbano.

ESTRUCTURA CURRICULAR

Relación agua- suelo- planta- atmósfera

- ❖ Métodos para determinar el momento de riego
- ❖ Lisimetría y evapotranspiración
- ❖ Modelos del sistema agua- suelo- planta- atmósfera
- ❖ Sistemas de productividad del agua con lata tecnología
- ❖ Irrigación ecológica compatible
- ❖ Regularización del régimen de humedad del suelo

Ingeniería de riego

- ❖ Riego por gravedad
- ❖ Riego por aspersión
- ❖ Equipo de
- ❖ Fertirrigación

Ingeniería de drenaje

- ❖ Transporte de agua y solutos en suelos, subsuelos y corrientes superficiales
- ❖ Control del régimen de humedad del suelo y balance hídrico
- ❖ Diseño, construcción, operación y evaluación de sistemas de drenaje superficial y subterráneo
- ❖ Efectos agronómicos y económicos del drenaje
- ❖ Impacto ecológico del riesgo y drenaje agrícola

Ingeniería de los recursos hidráulicos

- ❖ Planeación de la operación de sistemas hidráulicos
- ❖ Automatización de los sistemas de riego
- ❖ Modelación matemática aplicada a la operación de sistemas hidroagrícolas
- ❖ Evaluación de sistemas de riego

Manejo de aguas y suelos con problemas de sales

- ❖ Procesos de intemperismo biogeoquímico y geoquímica
- ❖ Evaluación de las reservas de sales solubles en los suelos salinos
- ❖ Procesos de intercambio iónico en suelos
- ❖ Mejoramiento de suelos salinos y sódicos
- ❖ Calidad de aguas superficiales y subterráneas para riego
- ❖ Respuesta de los cultivos agrícolas en las diferentes etapas fenológicas a condiciones de salinidad cualitativa y cuantitativa

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

AGROMETEOROLOGÍA

- Evapotranspiración
- Modelos del sistema Agua- suelo- planta- atmósfera
- Sistemas de productividad del agua con alta tecnología
- Zonificación agroecológica de cultivos

IMPACTO AMBIENTAL

- Efecto de los contaminantes atmosféricos sobre los cultivos
- Recuperación de suelos degradados
- Impacto ambiental de los materiales fertilizantes
- Impacto ecológico del riego y drenaje agrícola
- Uso de residuos como abonos y mejoradores de suelos
- Uso integral del agua (aguas residuales, lodos, etc.)

INGENIERÍA DE RIEGO Y DRENAJE

- Riego por gravedad
- Riego a presión
- Equipos para riego
- Fertirrigación
- Transporte de agua y solutos en suelos, subsuelos y corrientes
- Régimen de humedad del suelo y balance hídrico
- Diseño, construcción, operación y evaluación de sistemas de drenaje subterráneo
- Efectos agronómicos y económicos del drenaje
- Evaluación de las reservas solubles en los suelos salinos
- Regularidades del proceso del lavado en los suelos salinos y sódicos
- Calidad de aguas superficiales y subterráneas para riego
- Respuesta de los cultivos agrícolas en las diferentes etapas fenológicas a condiciones de salinidad cuantitativa y cualitativa.

INGENIERÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS

- Evaluación y mejoramiento del manejo del agua en sistemas de riego
- Modelación matemática aplicada a la operación de sistemas hidroagrícolas
- Modelos de simulación de flujo en cauces
- Modelos de simulación hidrológica
- Operación de sistemas de riego
- Optimización del uso de los recursos agua y suelo, en los sistemas de producción agrícola
- Utilización de sistemas de información geográfica y sensores remotos en el mejoramiento del manejo del agua

MANEJO DE CUENCAS HIDROLÓGICAS

- Planificación de cuencas
- Instrumentación de cuencas
- Manejo de escurrimientos superficiales
- Conservación del suelo y del agua
- Recarga de acuíferos
- Aplicación de modelos hidrológicos a cuencas

- Control de la erosión en caminos y taludes
- Control de cárcavas y ríos

II.1.2.4 UNIVERSIDAD DE SONORA

- ❖ Geotecnia de presas
- ❖ Estudios de redes de agua potable y alcantarillado
- ❖ Estudios hidrológicos para determinación de avenidas máximas de diseño
- ❖ Metodologías para estimaciones hidrológicas de gastos máximos para diferentes tiempos de retorno
- ❖ Proyectos hidroeléctricos

II.1.2.5 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO (UAEMEX) UNIDAD TOLUCA C. U. – FACULTAD DE INGENIERÍA CENTRO INTERAMERICANO DE RECURSOS DEL AGUA (CIRA)

MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL AGUA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA EN EL ÁREA DE CIENCIAS DEL AGUA.

El Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA) fue oficialmente establecido el 21 de enero de 1993, como una dependencia académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México. Está formado por especialistas en ciencia y tecnología del agua, y nace con la misión de conjuntar experiencias y conocimientos para preservar la calidad y mejorar la distribución del agua en el Estado de México, en el país y en América Latina, convirtiéndose de esta manera en un centro de investigación, docencia, extensión académica y servicios a la comunidad. La realización de este Centro fue el resultado de esfuerzos realizados por la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad de Laval (Québec, Canadá), y la Organización Universitaria Interamericana (OUI), entre otras instituciones.

El CIRA promueve la vinculación con varias universidades e instituciones educativas del país, de América Latina, Canadá y Europa, a través de convenios de cooperación, y proyectos de investigación conjunta como coordinador de la red HIDROCIYTEC. Esta red se encuentra dentro del Programa de Intercambio Universitario entre la Unión Europea y América Latina (ALFA). El objetivo de HIDROCIYTEC es formar una red de posgrados de investigación y formación, enfocados al estudio de la ciencia y tecnología del agua. Las instituciones que la forman son la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Técnica de Oruro (Bolivia), la Universidad Nacional de Colombia (Colombia), la Universidad Católica de Salvador (Brasil), la Universidad de Costa Rica (Costa Rica), la Universidad del País Vasco (España), la Universidad de Granada (España), la Ecole Nationale Des Travaux Publics de L'Etat (Francia), la Universidad de Coimbra (Portugal) y la Organización Universitaria Interamericana.

Paralelamente, este centro, participa en un proyecto de investigación denominado “Agua limpia con energía limpia, abastecimiento de agua potable en regiones remotas con energía solar”, y se realiza en colaboración con el Fraunhofer institut für Solare Energie Systeme de Alemania (FhGISE), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE México), el Instituto de

Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid (UP, España), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina), Red Iberoamericana para la Electrificación Rural con Energías Renovables (RIER; Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, Perú y Portugal) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, Suiza).

Es un propósito del CIRA colaborar en la creación de módulos CIRA regionales en América Latina, formando los núcleos de investigadores en módulos regionales. Inicialmente están en proceso de formación los módulos de Brasil y Costa Rica.

OBJETIVOS DEL CENTRO

Realizar investigación en ciencia y tecnología del agua. Formar posgraduados de alto nivel en ciencia y tecnología del agua, mediante programas de maestría y doctorado. Actualizar y capacitar profesionales y técnicos del agua. Difundir la ciencia y tecnología de los recursos hídricos. Ofrecer asesoría externa en los problemas relacionados con el recurso hídrico.

OBJETIVOS DEL POSGRADO

Formar especialistas con enfoque a la solución de la problemática específica de los recursos hídricos.

Presentar una opción hacia Latinoamérica, de un centro de formación de alto nivel a bajo costo, comparado con las instituciones de los países desarrollados.

Ambos programas pertenecen al Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT.

Estructura curricular

- Hidráulica fluvial
- Hidrología subterránea
- Hidrología superficial
- Abastecimiento de agua potable
- Tratamiento de aguas residuales
- Uso eficiente del agua

Líneas de investigación

- Hidráulica fluvial
- Hidrología subterránea
- Hidrología superficial
- Potabilización
- Tratamiento de aguas
- Uso eficiente del agua

De estas líneas se desprenden cinco programas de investigación

- Tratamiento de aguas residuales
- Abastecimiento de agua potable
- Hidrología subterránea
- Hidrología superficial
- Hidráulica fluvial

II.1.2.6 UNIVERSIDAD DE COLIMA

ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN PORTUARIA

OBJETIVOS

Formación de especialistas de alto nivel con conocimientos y habilidades en las áreas de administración, operación gestión portuaria, transportes, calidad, comercio exterior y de seguridad que puedan realizar diagnóstico y mejoramiento de los sistemas administrativo y operativo de los puertos mexicanos, con orientación de alta gestión de los procesos portuarios.

Que los estudiantes conozcan los principales aspectos relacionados con los buques y el transporte de mercancías por vía marítima desde distintos puntos de vista (técnico, comercial, jurídico, económico y político) y puedan así tener, no sólo una perspectiva adecuada sobre el transporte marítimo, sino también, conocimientos útiles para el seguimiento y mejor comprensión de las operaciones que se realizan en los puertos.

Estructura curricular

- Administración portuaria
- Operación portuaria
- Proyecto de puertos
- Estadística portuaria
- Informática portuaria
- Gestión portuaria
- Transporte intermodal
- Calidad total en puertos
- Comercio exterior
- Gestión de la seguridad para puertos

Líneas de investigación

- Impacto ambiental costero
- Desarrollos portuarios

II.1.2.7 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

UNIDAD ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA ZONA SUR

ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA PORTUARIA (OPCIONES: ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN; Y DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN).

MAESTRÍA EN INGENIERÍA PORTUARIA (OPCIONES: ADMINISTRACIÓN Y OPERACIÓN; Y DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN).

El programa de especialidad tiene como objetivo adiestrar, capacitar y formar especialistas en la disciplina de la Ingeniería Portuaria, pudiendo desarrollarse según se requiera en las áreas específicas del Diseño, Construcción, Mantenimiento, Operación y Administración de Obras Marítimas, Portuarias y Costeras.

El programa de maestría tiene como objetivos el contribuir a la formación de personal altamente capacitado para participar en la planeación, organización ejecución, supervisión y control en los proyectos de ingeniería marítima, portuaria y costeras; Coadyuvar a la formación de los cuadros docentes en el área de ingeniería marítima, portuaria y costera que permitan elevar la calidad de la enseñanza que se imparte en instituciones de educación superior; Formar profesionistas con una abierta disposición para participar en el desarrollo y/o perfeccionamiento de nuevos métodos, técnicas y tecnologías que tiendan a incrementar la productividad y la calidad del diseño, construcción, mantenimiento, operación y administración de obras marítimas portuarias y costeras.

Estructura curricular

Administración y operación

- Ingeniería de transporte
- Operación portuaria
- Administración portuaria
- Obras marítimas especiales
- Flujos de transportes nacionales e internacionales
- Planeación, instalación y equipamiento de puertos
- Sistemas de transporte
- Economía marítima
- Dragado
- Estructuras fuera de la costa
- Legislación portuaria
- Modelos hidráulicos

Diseño y construcción

- Hidráulica fluvial
- Diseño de estructuras portuarias
- Construcción de obras marítimas especiales
- Planeación y dimensionamiento portuario
- Hidráulica marítima
- Mantenimiento portuario
- Dragado
- Cimentaciones profundas
- Estructuras e instalaciones fuera de costa
- Legislación portuaria
- Modelos hidráulicos

Líneas de investigación

- Planeación y dimensionamiento portuario
- Dragado
- Modelos hidráulicos
- Construcción de obras marítimas
- Ingeniería del transporte

II.1.2.8 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA (UABC)

CAMPUS ENSENADA

DOCTORADO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA
 MAESTRÍA EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA
 MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

II.1.2.9 UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS
 POSGRADOS REGIONALES EN CIENCIAS DE LA TIERRA (MAESTRÍA Y DOCTORADO),
 FÍSICA DEL OCÉANO Y DE LA ATMÓSFERA.

OBJETIVOS

La formación de investigadores con un alto nivel académico, capaces de realizar investigación original e independiente relacionada con la problemática existente en la región occidental de México. Capaces de formar recursos humanos y dirigir grupos de trabajo en oceanografía y meteorología física, que fomenten la elevación del nivel de la ciencia en México.

Estructura curricular

- Oceanografía física
- Meteorología física
- Termodinámica de la atmósfera y del océano
- Análisis de los procesos y campos geofísicos
- Métodos matemáticos
- Métodos numéricos
- Sistemas de información geográfica

Líneas de investigación

- Investigación de los procesos termodinámicos en la plataforma continental de la costa occidental de México.
- Monitoreo de “El Niño” en el océano Pacífico y en la costa occidental
- Simulación teórica y experimental de la circulación termohalina oceánica
- Investigación de las ondas barotrópicas y baroclínicas con los métodos analíticos.
- Investigación hidrometeorológica e hidrotermodinámico del Lago de Chapala y de los lagos mexicanos.
- Interacción entre el océano y la atmósfera
- Estudio de la señal de “El Niño”, en los campos meteorológicos en la parte occidental de la meseta mexicana.
- Investigación de las sequías y el régimen de precipitación e inundaciones en el estado de Jalisco y parte occidental de México.
- Investigación de las trayectorias de los ciclones tropicales en el océano Pacífico.
- Pronóstico de los fenómenos meteorológicos en el estado de Jalisco.
- Investigación del clima urbano y los conceptos físicos de la dinámica de la contaminación atmosférica de la zona metropolitana de Guadalajara.

- Teutónica neogénica del occidente de México
- Control tectónico y climático del medio: ejemplo del lago de Chapala, México.
- Estudio de los movimientos y deformaciones de la corteza terrestre con ayuda de GPS.
- Óptica cuántica
- Caos
- Modelación numérica

II.1.2.10 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN PLANEACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS

OBJETIVO

Formar profesionales de alto nivel en problemas relacionados con el manejo del agua, desde la planeación del recurso, hasta el diseño de obras hidráulicas.

Estructura curricular y líneas de investigación

- Proyectos urbanos. Sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, acueductos y plantas de tratamiento.
- Riego y drenaje. Irrigación y drenaje. Diseño de sistemas de riego. Operación y conservación de sistemas de riego.

II.1.2.11 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA (PIFOP CONACYT)

El programa de Maestría en Hidrología Subterránea, tiene como antecedentes la creación en 1977 del Centro de Investigación de Aguas Subterráneas, iniciando entonces las labores de investigación geohidrológica a nivel regional, buscando fuentes de abasto de agua para la ciudad de Chihuahua.

En 1980, siguiendo los lineamientos del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, se abrió la Especialidad en Agua Potable y Alcantarillado, ofreciéndose por un período de tres años. En 1984 se creó la Especialidad en Aguas Subterráneas, misma que en 1988 se cambió al nivel de maestría con la creación del programa de Maestría en Ingeniería de los Recursos Hidráulicos de las Zonas Áridas. Posteriormente, en 1998, se realizó la reestructuración del mismo, dando paso al actual programa.

OBJETIVO

Identificar, diseñar y desarrollar proyectos de investigación científica, que den como resultado la proposición y ejecución de alternativas de solución de corto y largo plazo a los problemas de prospección, evaluación, desarrollo, contaminación y gestión de los recursos hídricos subterráneos.

Estructura curricular y líneas de investigación

- Hidrología de cuencas
- Hidrogeología
- Hidrología de la zona no saturada
- Hidrogeoquímica e isótopos
- Sistemas de información geográfica (SIG)
- Modelación de hidrología subterránea
- Modelación de transporte de solutos
- Administración de acuíferos regionales

II.1.2.12 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

OBJETIVO

Atender el flujo de aguas subterráneas, las formaciones acuíferas y su relación con las consecuencias socioeconómicas en el desarrollo nacional. Estudiar los equipos de perforación y de bombeo, los dispositivos y herramientas en la explotación de aguas subterráneas, así como realizar investigación aplicada para resolver problemas de las zonas áridas.

Estructura Curricular y líneas de investigación

- Geohidrología
- Climatología
- Hidrología
- Drenaje agrícola
- Contaminación de agua subterránea
- Administración de recursos hidráulicos subterráneos
- Mecánica de acuíferos
- Equipos de perforación y bombeo
- Hidrogeoquímica

II.1.2.13 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

MAESTRÍA EN HIDRÁULICA

OBJETIVO

Preparar de manera integral al estudiante de posgrado, en el diseño y operación de sistemas hidráulicos para la distribución, desalojo y tratamiento del agua; en el manejo de recursos hídricos, en cuanto a disponibilidad, calidad, saneamiento, gestión y control; en investigación aplicada, relacionada con el uso eficiente del agua, los procesos hidrológicos y la interacción con los sistemas y obras hidráulicas. El origen de los programas de posgrado en hidráulica de la UAQ se inicia en la década de los setentas, cuando la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos, llevó a cabo en la región, un programa de construcción de infraestructura hidráulica, misma que requería del apoyo experimental a nivel laboratorio.

DOCTORADO EN INGENIERÍA. OPCIONES TRANSPORTE E HIDRÁULICA (ENTRE OTRAS 7 OPCIONES)

OBJETIVO

Según la experiencia de muchas universidades, el seguir ofreciendo estudios de doctorado en ingeniería bajo una estructura poco flexible, no produce el personal con la capacidad de adaptar sus labores de investigación con la visión para estudiar problemas multidisciplinarios, característicos del desarrollo actual, se requiere formar investigadores en ingeniería con sólidos conocimientos, que tengan la capacidad de integrar los aspectos técnico-económicos de las diferentes disciplinas de la ingeniería, y les permita enfrentar problemas reales en un tiempo de respuesta corto.

Este programa doctoral responde a la necesidad de contar en el país con personal altamente calificado, apto para la investigación y el desarrollo tecnológico, con capacidad de trabajo multidisciplinario teniendo como base la experiencia de tres instituciones: la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UAQ (DEPFI- UAQ), el Departamento de Física Aplica y Tecnología Avanzada del Instituto de Física de la UNAM (FATA-UNAM) y del Laboratorio de Materiales Unidad Querétaro del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), que aunado a la participación de otros centros de investigación e institutos, permiten la estructuración de un programa de excelencia, formador de recursos humanos de alto nivel, en la cual participa un importante número de investigadores de gran renombre tanto a nivel nacional como internacional.

Estructura curricular y líneas de investigación

- Gestión de cuencas
- Sistemas hidráulicos
- Medio ambiente y su conservación
- Modelación de cuencas hidrológicas
- Sensores de flujo en superficie libre y a presión
- Sistemas de captación de aguas de lluvia y su aprovechamiento en zonas urbanas
- Proceso lluvia- escurrimiento en cuencas.

Algunas IES que se reportan en el anuario de la ANUIES 2001, no fueron incluidas en este capítulo, debido a que no respondieron a la solicitud de información vía correo electrónico y en las páginas electrónicas respectivas no se presenta información con el detalle requerido para el presente análisis. En el anexo H se presenta la relación de los grupos mexicanos que realizan investigación y docencia en el área hidráulica.

En la tabla II.3 se muestra a través de una matriz, las líneas de investigación que desarrollan las Instituciones de educación superior observándose la concentración de trabajos en líneas muy específicas tales como en zonas costeras y zonas áridas (los cuales todavía resultan insuficientes para la demanda de nuestro país); en oposición, se aprecian líneas que apenas presentan un incipiente desarrollo tales como gestión de recursos hidráulicos con el enfoque de cuencas hidrológicas, y desarrollos portuarios; así como la ausencia de líneas tan importantes como la hidroinformática, cuencas transfronterizas, ordenamiento costero, gestión integral del riesgo y biotecnología aplicada a los recursos hídricos, desde el enfoque de ingeniería hidráulica.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN/IES	IPN	UNAM	UAEMEX	UAChIH	UABC	UCOL	UG	UAZAC	UQRO	CPG	CICESE	UABC	IT10	UAAN	UAChIA	UAM	UJGO	ITESM MEX	ÍTEMS-MONT	UANL	IESI	UASLP	ITM	ITS	UATAM	UVER	USON
ADMN. DE REC. HIDRÁUL.								X							X								X		X		
ADMN. DE REC. MARINOS	X	X																				X		X			
ADMN. Y OPERACIÓN PORTUARIA	X					X																			X		
AGROMETEO-ROLOGÍA													X	X													
CALIDAD DEL AGUA	X	X	X					X																			
CONSTRUC.DE OBRAS MARIT.	X	X				X																X		X			
DESARROLLOS PORTUARIOS	X					X																					
ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	X	X							X					X											X	X	
FÍSICA DE LA ATMOSFERA		X					X				X	X															
FÍSICA DEL OCÉANO	X	X			X		X				X	X													X	X	
GESTIÓN DE CUENCAS	X	X	X															X	X							X	
GESTIÓN MEDIO-AMBIENTAL	X	X		X							X					X	X	X	X								
HIDRÁULICA AMBIENTAL	X	X										X	X														
HIDRÁULICA SANITARIA	X	X														X		X	X						X	X	
HIDROLOGÍA	X	X	X	X				X	X					X	X		X								X	X	X
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	X	X	X	X				X	X				X	X			X				X						X
IMPACTO AMBIENTAL	X	X							X					X		X									X	X	X
IMPACTO AMBIENTAL COSTERO	X	X		X																		X		X	X		
ING. DEL TRANSPORTE	X						X		X																		

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN/IES	IPN	UNAM	UAEMEX	UAChIH	UABC	UCOL	UG	UAZAC	URO	CPG	CICESE	UABC	UTO10	UAAN	UAChIA	UAM	UJDO	ITESM MEX	ÍTEMS-MONT	UANL	IESI	UASLP	ITM	ITS	UATAM	UVER	USON
ING. BIOTECNOLOGIA AMB.	X	X																									
INGENIERÍA DE DRENAJE Y RIEGO	X		X	X				X	X	X				X													
MECÁNICA DE FLUIDOS	X	X	X						X							X					X					X	
MODELACIÓN DE CUENCAS HIDROLÓG.	X	X	X				X		X					X												X	X
PLANEACIÓN DE REC. HIDR.	X	X	X	X				X	X											X						X	
PROCESO LLUVIA-ESCURRIM. EN CUENCAS	X	X	X	X					X	X				X		X											
SEDIMENTOLOGÍA	X	X									X	X															
SENSORES DE FLUJO EN SUP. LIBRE Y A PRESIÓN									X																		
SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA Y SU APROVECHAM. EN ZONAS URBANAS	X	X						X	X												X						
SISTEMAS HIDRÁULICOS	X	X	X					X	X						X	X	X					X				X	X
USO EFICIENTE DEL AGUA	X	X	X						X	X																	
ZONAS ÁRIDAS	X	X		X	X				X	X				X			X					X				X	
ZONAS COSTERAS	X	X			X						X	X											X				

TABLA II.3 MATRIZ DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

N°	SIGLAS	SIGNIFICADO
1	CICESE	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA. BC
2	CPOSG	COLEGIO DE POSTGRADUADOS
3	IESI	INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN INGENIERÍA. PUEBLA
4	IPN	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
5	ITESMMEX	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (CAMPUS EDO. DE MEXICO)
6	ITESMMONT	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (CAMPUS MONTERREY)
7	ITM	INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL MAR. GUAYMAS, SONORA
8	ITO10	INSTITUTO TECNOLÓGICO. TORREÓN COAHUILA
9	ITS	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA. UNIDAD CD. OBREGÓN
10	UAAAN	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA. ANTONIO NARRO
11	UABC	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
12	UABCS	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
13	UACHIA	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS. CAMPUS TUXTLA GUTIÉRREZ
14	UACHIH	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
15	UAEMEX	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL EDO. DE MÉXICO
16	UAM	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
17	UANL	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
18	UASLP	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
19	UATAM	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS. ZONA SUR TAMPICO MADERO.
20	UAZAC	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS
21	UCOL	UNIVERSIDAD DE COLIMA. CAMPUS MANZANILLO
22	UG	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
23	UJDGO	UNIVERSIDAD JUÁREZ DE DURANGO
24	UNAM	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
25	UQRO	UNIVERSIDAD DE QUERÉTARO
26	UVER	UNIVERSIDAD DE VERACRUZ. CAMPUS VERACRUZ

CAPITULO III

EL POSGRADO EN LA INGENIERÍA HIDRÁULICA EN MÉXICO

En México se ha considerado importante promover los programas de posgrado en general y particularmente los programas de formación de doctores, por dos razones principales. La primera es que se tiene la convicción de que a mayor desarrollo en este nivel, mejor puede ser la calidad de los otros niveles del sistema de educación. La segunda es que se desea promover el desarrollo científico y tecnológico del país, y para ello se requiere, como apoyo, de la existencia de un intenso programa de formación de posgraduados, en especial de doctores [Ortega et al 2000], [CONACYT 2002].

Desde el punto de vista de las características de los programas, el sistema de educación superior en México se divide en tres subsistemas, el universitario, el tecnológico y el de formación de profesores de educación básica y media, llamado educación normal. Desde el punto de vista de su financiamiento, existen dos subsistemas, el de educación pública y el de educación privada [Ortega et al 2000] [ANUIES 2001]. Adicionalmente, de acuerdo con el nivel, se tienen los estudios de licenciatura y de posgrado, que a su vez pueden ser de especialización, maestría y doctorado, dependiendo tanto del número de créditos, es decir, de su extensión, como del enfoque a la práctica profesional o a la investigación [ANUIES 2001] [CONACYT 2002].

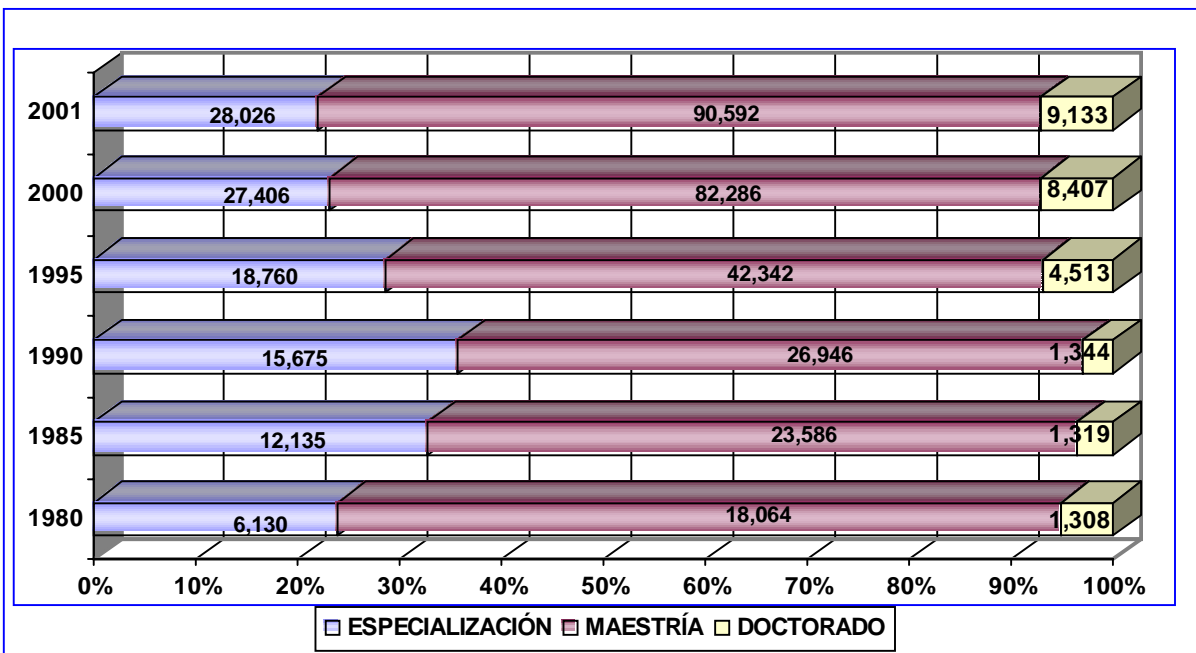
La ANUIES obtiene la información estadística sobre educación superior y de posgrado mediante un instrumento de medición de indicadores que se aplica a todas las instituciones educativas del país a través de la coordinación entre la Dirección General de Planeación, Programación y Presupuesto de la S.E.P. y la propia ANUIES. En este proceso intervienen los encargados del área de estadística de las diferentes instituciones educativas, los cuales son responsables de la veracidad y oportunidad de los datos que se proporcionan. Es importante señalar que aún cuando muchos datos no están disponibles por diversas razones, los anuarios y catálogos editados por la ANUIES, son una fuente vital de información para conocer el estado en que se encuentra la educación de nivel posgrado en nuestro país.

En México la matrícula de educación superior está compuesta por los estudios de técnico superior o profesional asociado, de licenciatura universitaria y tecnológica y educación normal y de posgrado, que a su vez incluye estudios de especialización, maestría y doctorado. El nivel posgrado experimentó a lo largo de la última década, según datos del Anuario Estadístico 2001, editado por la ANUIES, un crecimiento medio anual (1991-2001) del 11%. Se registraron las siguientes tasas medias anuales de crecimiento específicas (1991-2001): especialización (5.5%), maestría (12.8%) y doctorado (20.6%). Lo anterior, permitió contar durante el año 2001 con 28,026 alumnos de especialización (21.9%); 90,592 alumnos de maestría (71%) y; 9,133 alumnos de doctorado (7.1%). La matrícula total del nivel posgrado para el año 2001 fue de 127,751 alumnos.

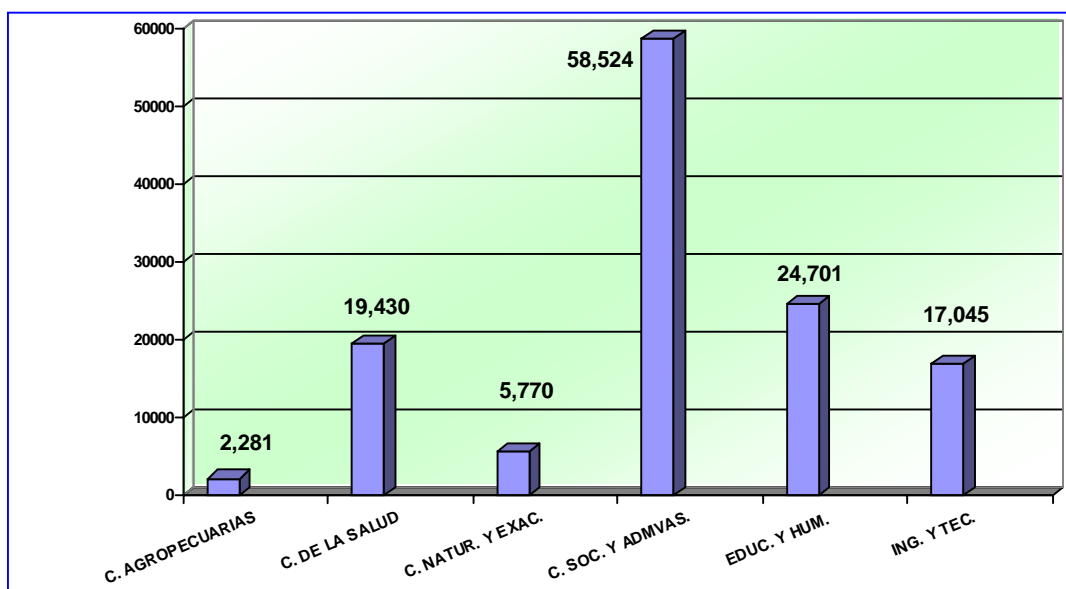
Uno de los problemas más serios del subsistema de posgrado, es la baja eficiencia terminal, pues el número de alumnos inscritos, y debe tomarse en cuenta que la cifra de quienes han obtenido el grado es menor que la de egresados, ya que estos últimos se definen como los que han complementado los créditos, aunque no hayan presentado la tesis de grado. Para

1980 se estimaban 5,000 egresados, los cuales se incrementaron a 12,000 en 1994 y en 1997 fueron del orden de 20,000 [ANUIES 2001].

GRÁFICA III.1 MATRÍCULA NACIONAL DEL NIVEL POSGRADO 1980- 2001



GRÁFICA III.2 MATRÍCULA NACIONAL DEL NIVEL POSGRADO POR ÁREA DEL CONOCIMIENTO. 2001



El doctorado representa el más alto grado de preparación profesional y académica del sistema educativo nacional. Un indicador positivo es que, el porcentaje de alumnos en programas de doctorado ha venido en aumento en los últimos años según se muestra en el anexo C (tabla C.1). Sin embargo, el número de graduados en programas de doctorado es muy pequeño en comparación con el de otros países. En el anexo citado (tabla C.2), se muestra la comparación del número de doctores graduados en diversos países durante los años de 1994 y 1995 [Ortega et al 2000], y se puede apreciar claramente que México está muy por debajo de países de desarrollo similar, y desde luego de los países de mayor desarrollo.

La ANUIES [2001], en la determinación del objeto de estudio del posgrado, ha elaborado las siguientes definiciones:

➤ *Especialización:*

Forma personal para el estudio y tratamiento de problemas específicos de un subcampo, rama o vertiente de las licenciaturas, y pueden referirse tanto a conocimientos y habilidades de una disciplina básica, como a actividades específicas de una profesión determinada.

Los objetos de estudio se refieren a áreas determinadas del conocimiento científico, humanístico y tecnológico, relativo a las profesiones. La formación que se busca es más bien de profundización en aspectos particulares y concretos. Se otorga diploma de especialización a quien cubra los requisitos correspondientes.

➤ *Maestría*

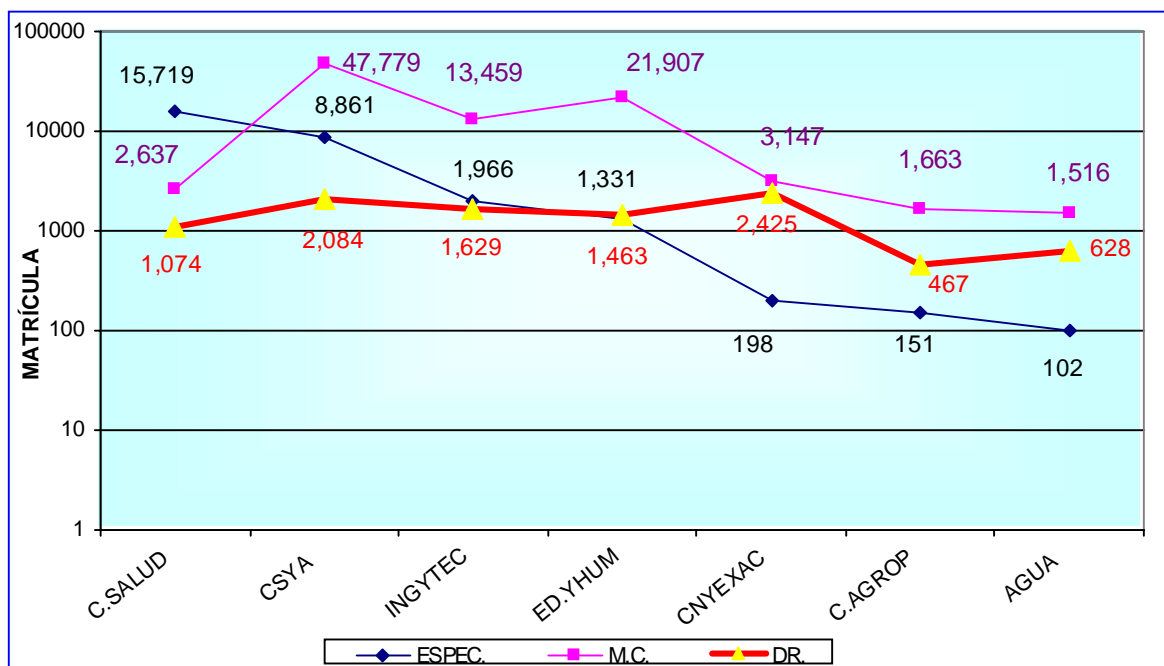
Forma personal capacitado para participar en el desarrollo innovativo, el análisis, adaptación e incorporación a la práctica de los avances del área en cuestión o de aspectos específicos del ejercicio profesional. El egresado adquirirá un amplio conocimiento, incluidos el origen, desarrollo, paradigmas, aspectos metodológicos de la investigación, técnicas en vigor y grados de validez en su área de especialidad, lo que le permitirá estar preparado para el desarrollo de actividades académicas de alto nivel o, de acuerdo con la orientación de la maestría, para la alta especialización. La formación que se busca es más bien panorámica y de extensión, que de profundidad o actualización, en consecuencia, implica el dominio del área en su sentido más amplio. Se otorga el grado académico de maestro a quien cubra los requisitos correspondientes.

➤ *Doctorado*

Forma personal capacitado para participar en la investigación y el desarrollo, capaz de generar y aplicar el conocimiento en forma original e innovadora, apto para preparar y dirigir investigadores o grupos de investigación, cumpliendo con una función de liderazgo intelectual en la nación. Busca preparar personal creativo, capaz de hacer avanzar el conocimiento científico, humanístico y tecnológico que contribuya al desarrollo del país. La formación será tanto de extensión como de profundidad. El egresado poseerá un dominio pleno del área de especialidad (ya sea porque haya ingresado habiendo concluido una maestría afín, o porque el propio plan de estudios contemple actividades equivalentes) y habrá profundizado de manera innovadora en uno de sus temas particulares hasta alcanzar la frontera del conocimiento o de sus aplicaciones. Se otorga el grado académico de doctor a quien cubra los requisitos correspondientes.

La ANUIES reportó para 2001 a 496 instituciones (incluyendo las unidades desconcentradas) que imparten 4,276 programas: 1,174 en especialización; 2,617 en maestría y; 485 en doctorado. De estas instituciones 180 son públicas y 316 particulares. Por lo que respecta a la concentración estudiantil por áreas del conocimiento, no ha sido la más adecuada debido a que la coherencia que existe entre los programas y las necesidades sociales, económicas, científicas y tecnológicas de las regiones es limitada, restringiendo en consecuencia, el desarrollo y atención de áreas básicas. La distribución por concentración geográfica y área del conocimiento, para el año de 2001, se muestra en el anexo C (tablas C3 a C.6).

GRÁFICA III.3 MATRÍCULA NACIONAL DEL POSGRADO. DISTRIBUCIÓN POR NIVEL Y ÁREA DEL CONOCIMIENTO. 2001



FUENTE: [ANUIES 2001]

Debe mencionarse que los bajos porcentajes de alumnos en el área de Ingeniería y Tecnología, tal vez sea la respuesta que explique la situación, al menos parcialmente, de la dependencia tecnológica que vivimos en nuestro país. Es importante mencionar que el promedio de egresados de las carreras de licenciatura universitaria y tecnológica, en el periodo 1995-1998, fue de ciento ochenta mil estudiantes anuales. El promedio anual de titulados en ese lapso superó las cien mil personas. De éstos, más de cuarenta mil, ingresaron a algún programa de posgrado en 1998.

Específicamente, hablando del posgrado en ingeniería hidráulica, se revisaron los programas relacionados al tema y su matrícula respectiva, sin embargo, se considero en el marco general del análisis, todos aquellos programas registrados en la ANUIES, afines a la problemática del recurso agua y que intentan atender el mismo, desde diferentes áreas unidisciplinarias e interdisciplinarias.

Por lo anterior, se consideraron aspectos que tienen relación con el recurso agua en cualquiera de las etapas de su estudio, inventario, aprovechamiento, reciclamiento y conservación. La base de este análisis se puede apreciar en la tabla III.1.

**TABLA III.1 POSGRADOS NACIONALES RELACIONADOS CON EL RECURSO AGUA.
(2001)**

ENTIDAD FEDERATIVA	UNIDAD	SITUACIÓN	CENTRO, FACULTAD O ESCUELA	NOMBRE DEL PROGRAMA
Baja California	Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada	Público Descentralizado creado por Decreto Presidencial	División de Oceanología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Oceanografía Física (PNP alto nivel) ▪ Maestría en Ciencias de la Tierra (PNP alto nivel) ▪ Doctorado en Oceanografía Física (PNP alto nivel) ▪ Doctorado en Ciencias de la Tierra (PNP alto nivel)
Baja California	Universidad Autónoma de Baja California (Unidad Ensenada)	Pública Autónoma	Facultad de Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas (PIFOP)
			Facultad de Ciencias Marinas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especialización en Administración de Recursos Marinos ▪ Maestría en Oceanografía Costera (PNP alto nivel) ▪ Doctorado en Oceanografía Costera (PNP alto nivel)
Baja California Sur	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN	Unidad Pública Desconcentrada		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Manejo de Recursos Marinos (PIFOP) ▪ Doctorado en Ciencias Marinas (PIFOP)
Baja California Sur	Universidad Autónoma de Baja California Sur (La Paz)	Pública Autónoma	Depto. de Ciencias del Mar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Manejo Sustentable de Zonas Costeras (PIFOP)
Coahuila	Instituto Tecnológico	Público del	Centro de	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en

ENTIDAD FEDERATIVA	UNIDAD	SITUACIÓN	CENTRO, FACULTAD O ESCUELA	NOMBRE DEL PROGRAMA
	Agropecuario N° 10 de Torreón	Gobierno Federal	Investigaciones y Graduados Agropecuarios	Irrigación (PIFOP)
Coahuila	Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"	Unidad Pública Autónoma	División de Ingeniería	▪ Maestría en Riego y Drenaje
Colima	Universidad de Colima (Manzanillo)	Unidad Pública del Gobierno Federal y Estatal	Facultad de Ciencias Marinas	▪ Especialización en Administración y Operación Portuaria ▪ Especialización en Construcción de Obras Marítimas
Chiapas	Universidad Autónoma de Chiapas	Unidad Pública Autónoma Unidad Tuxtla Gutiérrez Campus I	Facultad de Ingeniería Civil	▪ Especialización en Ingeniería Hidráulica – Sanitaria ▪ Maestrías en Ingeniería Hidráulica – Ambiental en: - Administración del Agua - Agrícola - Calidad del Agua - Conservación Tropical
Chihuahua	Universidad Autónoma de Chihuahua	Pública Autónoma	Facultad de Ingeniería	▪ Maestría en Hidrología Subterránea (PIFOP) ▪ Maestría en Recursos hidráulicos de Zonas Áridas
Distrito Federal	Instituto Politécnico Nacional	Público de la SEP	ESIA-ZAC. SEPI	▪ Maestría en Ingeniería Hidráulica

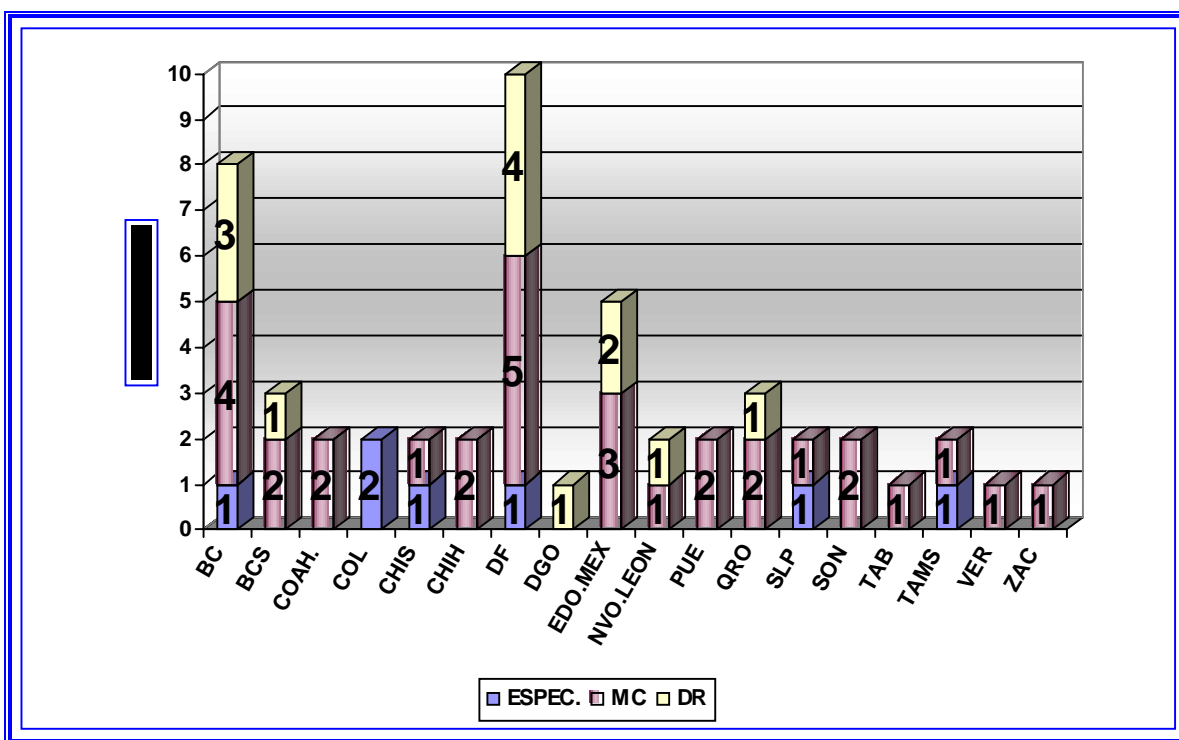
ENTIDAD FEDERATIVA	UNIDAD	SITUACIÓN	CENTRO, FACULTAD O ESCUELA	NOMBRE DEL PROGRAMA
Distrito Federal	Universidad Nacional Autónoma de México	Pública Autónoma	Facultad de Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ciencias de la Tierra (*) ▪ Maestría en Ciencias del Mar y Limnología (PNP alto nivel) en: (*) <ul style="list-style-type: none"> -Geología Marina -Oceanografía Física <ul style="list-style-type: none"> -Química Acuática ▪ Doctorado en Ciencias de la Tierra (*) ▪ Doctorado en Ciencias del Mar y Limnología (PNP alto nivel) en: (*) <ul style="list-style-type: none"> -Geología Marina -Oceanografía Física <ul style="list-style-type: none"> -Química Acuática
Distrito Federal	Universidad Nacional Autónoma de México	Pública Autónoma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Centro de Instrumentos ➤ Centro de Investigación en Energía ➤ Facultad de Ingeniería ➤ Facultad de Química ➤ Instituto de Ingeniería ➤ Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doctorado en Ingeniería (PIFOP) ▪ Maestría en Ingeniería <p>Campo de Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ingeniería Ambiental <p>Campos Disciplinarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Agua ◆ Suelo y Aguas Subterráneas <p>Campo de Conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ingeniería Ambiental <p>Campo Disciplinario :</p>

ENTIDAD FEDERATIVA	UNIDAD	SITUACIÓN	CENTRO, FACULTAD O ESCUELA	NOMBRE DEL PROGRAMA
				♦ Hidráulica
Distrito Federal	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco	Pública Autónoma	– División de Ciencias Básicas e Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especialización en Ciencias e Ingeniería ▪ Maestría en Ciencias e Ingeniería ▪ Doctorado en Ciencias e Ingeniería
Durango	Universidad Juárez del Estado de Durango	Pública Autónoma	– Facultad de Agricultura y Zootecnia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doctorado en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en Zonas Áridas y Semiáridas
Estado de México	Colegio de Posgraduados	Público Descentralizado creado por Decreto Presidencial	Instituto de Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Hidrociencias (PNP alto nivel) ▪ Doctorado en Hidrociencias (PNP alto nivel)
Estado de México	ITESM – Campus Atizapán de Zaragoza	Unidad Particular Desconcentrada		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ingeniería en Construcción, Hidráulica e Ing. Ambiental
Estado de México	Universidad Autónoma del Estado de México	Pública Autónoma	– Facultad de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ciencias del Agua (PIFOP) ▪ Doctorado en Ingeniería en Ciencias del Agua (PIFOP)
Nuevo León	ITESM – Campus Monterrey	Unidad Particular Desconcentrada		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Doctorado en Uso y Conservación del Agua
Nuevo León	Universidad Autónoma de Nuevo León. Unidad Monterrey Cd. Universitaria	Pública Autónoma	– Facultad de Ingeniería Civil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ciencias en Hidrología Subterránea (programa suspendido)
Puebla	Instituto de Estudios Superiores en Ingeniería		Escuela de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ingeniería Mecánica : Térmica y Fluidos

ENTIDAD FEDERATIVA	UNIDAD	SITUACIÓN	CENTRO, FACULTAD O ESCUELA	NOMBRE DEL PROGRAMA
Puebla	Instituto Universitario de Puebla S. C.	Particular con RVOE de la SEP del Estado	Escuela de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Física en Mecánica de Fluidos
Querétaro	Universidad Autónoma de Querétaro	Pública Autónoma –	Facultad de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Hidráulica ▪ Maestría en Ing. De Sistemas de Transporte y Distribución de Carga (PIFOP) ▪ Doctorado en Ingeniería
San Luis Potosí	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Pública Autónoma –	Facultad de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especialización en Riego y Drenaje ▪ Maestría en Ciencias en Hidrosistemas (PIFOP)
Sonora	Instituto Tecnológico del Mar – Unidad Guaymas	Público de la SEP		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Manejo de la Zona Costera
Sonora	Instituto Tecnológico de Sonora (Ciudad Obregón)	Público de la SEP	Coordinación de Estudios de Posgrado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ingeniería en Administración de Recursos Hidráulicos (PIFOP)
Tabasco	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Unidad Chontalpa	Pública Autónoma –	División Académica de Ingeniería y Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ingeniería Hidráulica
Tamaulipas	Universidad Autónoma de Tamaulipas – Zona Sur Tampico Madero	Pública Autónoma –		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especialización en Ingeniería Portuaria (programa suspendido) ▪ Maestría en Ingeniería Portuaria
Veracruz	Universidad Veracruzana Campus Veracruz	Pública Autónoma –	Instituto de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Ingeniería Hidráulica
Zacatecas	Universidad Autónoma de Zacatecas	Pública Autónoma	Facultad de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestría en Planeación de Recursos Hidráulicos

Fuente: [ANUIES 2001].PNP: Padrón de Posgrados del CONACYT. PIFOP: Programa Integral de Fortalecimiento del Posgrado

GRÁFICA III.4 POSGRADOS NACIONALES RELACIONADOS CON EL RECURSO AGUA. (2001)



FUENTE ANUIES 2001

Es importante analizar la limitada población escolar de posgrado por área y subárea de estudio según la clasificación de la ANUIES, lo cual proporciona un diagnóstico preciso de los recursos humanos que se están preparando para enfrentar el reto que representa la crisis del recurso agua, sin embargo, se aprecia una seria limitación y centralización geográfica en la oferta de estudios en ingeniería hidráulica de manera unidisciplinaria y multidisciplinaria, tal y como se muestra en la gráfica III.4 y en el anexo C (Tablas C.7 a C.10).

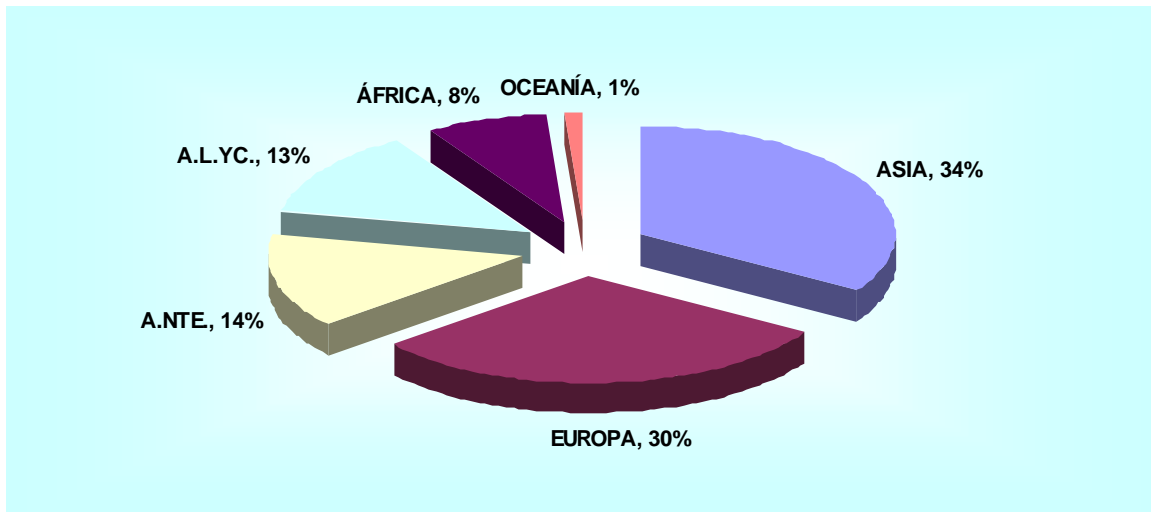
De las tablas de población escolar citadas, debemos resaltar que estrictamente hablando de alumnos de ingeniería hidráulica, ANUIES reportó para 2001, 146 alumnos, de los cuales 19 fueron de especialización, 100 de maestría y 27 de doctorado. Aún cuando estas cifras tuvieran errores motivados por la falta de reportes oportunos de las IES, es crítico que un país como el nuestro, con una población que demanda alimentos; seguridad contra desastres naturales provocados entre otros no menos importantes, por fenómenos relacionados con el elemento agua; suficiencia y calidad en agua potable; aprovechamientos para navegación fluvial y costera; generación hidroeléctrica, etc., no se ocupe en la formación de profesionistas, docentes e investigadores que atiendan este problema. Los datos de ANUIES para el año 2002 ya han sido publicados y las cifras no cambian radicalmente.

Es evidente la necesidad de fortalecer los posgrados existentes en Ingeniería Hidráulica y vincularlos con el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 y todas las entidades oficiales y

privadas, nacionales e internacionales, que iniciaron desde años atrás, sus estrategias para atender un problema que ya es mundial y requiere soluciones integrales. La investigación sólo puede prosperar en ambientes académicos que reúnan las condiciones propicias para la planta docente y los alumnos.

La UNESCO [2003] ha reportado un estudio relacionado con la distribución mundial de los 3873 institutos que ofrecen cursos superiores relacionados con el agua, distribución que se muestra en la gráfica III.5.

GRÁFICA III.5 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE INSTITUTOS QUE OFRECEN CURSOS SUPERIORES RELACIONADOS CON EL AGUA.



FUENTES: ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE UNIVERSIDADES (AIU) 2002. UNESCO 2003

A continuación se describirán los apoyos federales, que se han ofrecido para el desarrollo del posgrado nacional.

➤ **Becas para estudios de posgrado**

Es necesario comentar sobre los estímulos y apoyos que permiten mantener y hacer crecer la matrícula del posgrado, básicamente del sistema de becas del CONACYT y las becas institucionales.

En el programa de becas nacionales que coordina el CONACYT, se otorgaron 9,410 becas en el año 2000, la mayoría de la UNAM, el CINVESTAV y la UAM. El 34% está realizando estudios de doctorado y el 66% de maestría, hay que enfatizar que no se otorgan becas para cursos de especialización.

En el anexo C (tabla C.11) se indica la distribución de becarios nacionales por área de conocimiento, cuyo porcentaje más alto corresponde a la ingeniería (22%), en parte porque existe la política del CONACyT de dar prioridad a esta área.

En el programa de becas al extranjero, para el mismo año 2000, hubo 2,755 becarios, el 70% en doctorados y el 30% en maestrías, y también existe la política de dar prioridad a los solicitantes que aspiran al doctorado sobre los que aspiran a maestría, y especialmente a aquellos que ya han obtenido su grado de maestro en algún programa nacional del Padrón de Excelencia; es decir, se alienta a los alumnos a que cursen primero una maestría en México y después continúen su doctorado en el extranjero.

➤ **Programa de Repatriación de Doctores**

Su objetivo es alentar el regreso a México de exbecarios que al término de sus estudios de doctorado se hayan quedado en el extranjero. El mecanismo consiste en que alguna institución de educación superior se comprometa a contratar a la persona como profesor o investigador, previa anuencia del interesado, y el CONACyT cubre entonces los gastos de traslado de él y sus familiares, así como los salarios del primer año de trabajo en México con estímulos económicos incluidos, después de lo cual pasa a formar del personal ordinario de la institución. La aprobación de las solicitudes de repatriación la hace un Comité de Evaluación de carácter multidisciplinario.

Este programa se inició en 1991 y hasta diciembre de 1996 se había repatriado a 1,149 investigadores, la mayoría en el área de ciencias naturales, seguida de cerca por las ciencias aplicadas, siendo la UNAM y los Centros SEP – CONACyT las instituciones que han repatriado al mayor número. Se considera que el efecto del programa ha sido positivo, ya que buena parte de los repatriados, aproximadamente el 70%, ha ingresado al SNI, y el 97% ha permanecido en el país (SEP- CONACyT, 1997).

➤ **Apoyo a Proyectos de Investigación y de Infraestructura**

Estos programas del CONACyT están enfocados a incrementar la producción científica por medio del financiamiento a proyectos de investigación específicos y a adquirir equipos e instalaciones que fortalezcan la infraestructura de las instituciones que realizan dicha tarea. No apoyan directamente la formación de doctores, pero sí lo hacen de manera indirecta al impulsar la investigación en las instituciones que ofrecen programas de doctorado.

Los programas se iniciaron en el año de 1991 y hasta 1996 se habían apoyado 3,311 proyectos de investigación con un monto de 60 millones de dólares aproximadamente (a la paridad actual); es decir, cada proyecto recibió, en promedio, cerca de 20 mil dólares. Ya que los salarios de los investigadores están cubiertos por las instituciones, estos recursos se han empleado en la compra de equipo complementario, gastos de consumo, becas o salarios de ayudantes, asistencias a congresos, etc., y el sentir de la comunidad científica es que estos apoyos han sido de mucha ayuda para el desarrollo de sus proyectos.

En el anexo C (tablas C.12 y C.13), se muestra la distribución del número de proyectos apoyados y de la cifra total otorgada por área del conocimiento. Como puede apreciarse, las ciencias exactas y naturales han obtenido la mayor parte de estos apoyos. Las instituciones más beneficiadas han sido la UNAM, los centros SEP – CONACyT, el CINVESTAV y la UAM. En cuanto al financiamiento para infraestructura, se han apoyado en el mismo lapso (1991 – 1996), 311 proyectos con un total de 42.6 millones de dólares, lo cual nos proporciona un promedio de 150 mil dólares por proyecto, lo cual ha permitido adquirir equipos importantes para la investigación.

➤ **El Padrón de Excelencia del CONACyT**

Los alumnos que solicitan becas nacionales deben ser aceptados en programas que estén incluidos en el Padrón Nacional de Posgrado (PNP) o en el Programa Integral de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP) del CONACyT. Esta circunstancia ha provocado que dicho registro alcance una gran relevancia para el sistema de posgrado en México, pues por una parte es símbolo de prestigio para el programa, y por otra, le permite tener alumnos becados que se dedican de tiempo completo a los estudios. En la práctica, la mayoría de las instituciones se preocupan y realizan esfuerzos porque sus programas de posgrado sean reconocidos en este sistema. El padrón empezó a funcionar en el año de 1991, denominado como Padrón de Posgrados de Excelencia, ante la proliferación de programas de posgrado de dudosa calidad, y significó un esfuerzo para garantizar un mínimo de seriedad académica a los aspirantes. Se estableció la clasificación de los programas en cuatro categorías:

- ⊕ Aprobados, que incluye a aquellos que cumplían con todos los parámetros de calidad.
- ⊕ Condicionados, para los que cumplían con alguno de los parámetros y recibían recomendaciones de mejorar los otros.
- ⊕ Emergentes, o programas de reciente creación que por ser nuevos no podían cumplir con todos los parámetros, por ejemplo, la eficiencia terminal.
- ⊕ No aprobados, para aquellos que carecían del mínimo de calidad establecido.

Para juzgar la calidad se fijaron parámetros como un mínimo de profesores de tiempo completo, un mínimo de publicaciones arbitradas, y otros de este tipo. Más adelante se presentan los valores establecidos para el caso de los programas de posgrado en ingeniería. Cada disciplina estableció los valores mínimos de los parámetros, aunque en todas se utilizan los mismos indicadores, y la evaluación es realizada por comités de pares que proceden de varias instituciones de educación superior y que trabajan en forma honorífica por un período máximo de tres años, después del cual son sustituidos.

En el anexo C (tabla C.14), se muestra la evolución del número de programas del Padrón desde 1991, incluidos los de maestría y doctorado. La disminución en el ciclo 1996 – 1997 se atribuye a una mayor rigurosidad en los criterios de evaluación.

➤ **Los programas de ingeniería que ingresaron al Padrón**

Como un ejemplo del ejercicio de evaluación de los programas de posgrado, citaremos el proceso de revisión de las solicitudes para ingresar al Padrón de Excelencia del CONACyT de los correspondientes a ingeniería y tecnología para el ciclo 1997 –1998. Este ciclo fue especial debido a que en 1996 se decidió cambiar los términos de la convocatoria para ingresar al Padrón y se solicitó que para todos los programas, inclusive los que habían sido dictaminados positivamente en los años anteriores, se presentase nuevamente su solicitud. Por lo anterior, el número de programas a evaluar resultó de manera significativa mayor al de años anteriores, y por otra parte, también se reorganizó la constitución de los comités de evaluación, que con anterioridad eran pequeños y enfocados a disciplinas específicas. En ese ciclo escolar, se organizaron comités con mayor número de miembros, que abarcaban áreas de conocimiento más amplias; por ejemplo, antes del ciclo escolar 1997 – 1998, había un Comité de seis miembros, que evaluaban ingeniería civil, arquitectura e ingeniería ambiental, y en el año 2000 hubo otro de 19 miembros que evaluó los programas de todas las áreas de ingeniería. Como consecuencia de estos cambios se recibió un número muy

grande de solicitudes (178) que fueron evaluadas por un comité plural, desde el punto de vista de las especialidades de sus miembros.

En el anexo c (tablas C15, C16 y C17) se muestra la distribución de los programas registrados por el CONACyT, en el período 1999-2000, por disciplina, nivel e institución. Existe un conjunto de factores de calidad que deben cumplir todos los programas del Padrón, pero los valores mínimos de estos factores, lo que se denomina parámetros de calidad, son determinados por cada Comité, porque se considera que existen diferencias entre las distintas disciplinas que deben reflejarse en estos parámetros. Por ejemplo, en algunas se acostumbra mayor producción de artículos en revistas que en otras.

En su mayoría, los programas evaluados estuvieron lejos de satisfacer algunos de los parámetros de calidad establecidos. Los que resultaron más difíciles de ser cumplidos fue la pertenencia de los profesores de tiempo completo al SNI, el de tener por lo menos, en promedio, una publicación en revistas arbitradas por profesor y por año, y el de eficiencia terminal de los alumnos, o sea, que el 50% de los alumnos que ingresan obtengan el grado. Lo anterior refleja la falta de tradición de publicar en las áreas de la ingeniería, lo cual también influye en pertenencia en el SNI, el abandono de los programas por parte de los alumnos, muchas veces por razones de trabajo, y la necesidad de que los profesores pongan mayor esfuerzo en la dirección de las tesis de grado.

En octubre del 2001 el CONACyT dio a conocer el Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional, que incluyó el establecimiento del Consejo Nacional de Posgrado y la creación de los Programas Integrales de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP), para que las instituciones de educación superior, elaboraran un Plan de Desarrollo a fin de mejorar la calidad de sus programas de posgrado e ingresar al también recién conformado Padrón Nacional de Posgrado, mismo que sustituyó al anterior Padrón de Posgrados de Excelencia.

Los indicadores sobre desarrollo de los estudios de posgrado en México, especialmente los de doctorado, señalan que es necesario impulsar en mayor medida este nivel. También el de habilitación de la planta académica del sistema de educación superior y el avance en las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ambos relativamente bajos, demandan el crecimiento y la diversificación de los programas de doctorado. Los programas de mejoramiento del profesorado de la SEP y de la ANUIES y los programas de apoyo a la ciencia del CONACyT son positivos y han dado buenos resultados, sin embargo deben reforzarse para que el país alcance estándares aceptables en sus sistemas de educación superior, de ciencia y tecnología.

Lo anterior no implica abandonar las actuales políticas de impulso al posgrado y la investigación, pero si se requiere establecer políticas complementarias que motiven al personal académico que está obteniendo una formación avanzada, para participar activamente en la formación de recursos humanos en el nivel profesional y no sólo en el de posgrado, y diseñar instrumentos de política científica y tecnológica que propicien la vinculación entre la infraestructura de investigación y el aparato productivo, de tal manera que las inversiones en investigación y desarrollo tengan mayor efecto en el crecimiento económico y en el bienestar social.

La impartición de estudios de posgrado en el área de hidráulica a profesionales que no pueden abandonar sus ámbitos laborales y tienen la necesidad de continuar sus estudios

formales que les permitan realizar trabajos de mayor calidad y rigor académico, puede resolverse a través de la educación a distancia, misma que dentro del IPN, ya empieza a rendir sus primeros frutos en áreas como las ciencias sociales y administrativas, la biomedicina molecular, computo y telecomunicaciones, ingeniería eléctrica y arquitectura entre otras.

La educación a distancia surgió como un reflejo de los sucesos sociológicos que, especialmente durante las dos últimas décadas del Siglo XX, aceleraron la transformación integral del planeta: la globalización de las economías nacionales, la revolución del conocimiento científico y tecnológico y la utilización masiva del chip, entre otros. La educación a distancia responde a la necesidad de hacer llegar una enseñanza más dinámica, especialmente a la población alejada de los centros urbanos. Y lo hace, con características singulares acordes con la utilización de medios masivos de comunicación que demandan las tendencias vigentes y previsibles de todos los niveles de enseñanza. La educación a distancia se imparte de manera presencial, no presencial y combinada, tiene ciertamente variantes importantes: presencial tradicional (cerrado), presencial abierto, abierto a distancia y cerrado a distancia.

Los países integrantes de la OCDE coinciden en que la educación superior, que evidentemente incluye al posgrado, tiene los retos que a continuación se enuncian:

- ❖ Ofrecer una educación masiva que otorgue acceso a todos los sectores de la población.
- ❖ Orientar los estudios hacia áreas más necesarias para el desarrollo económico y social de cada comunidad.
- ❖ Vincular adecuadamente las instituciones de educación con la sociedad.
- ❖ Garantizar permanentemente, al sector productivo y de servicios la actualización de sus técnicos y profesionales.
- ❖ Brindar una educación que responda a los retos que ofrecen las condiciones demográficas, geográficas y sociales de todo el país.
- ❖ Utilizar las nuevas tecnologías y la infraestructura disponibles para ampliar y mejorar la calidad de la educación nacional.
- ❖ Aumentar el número de profesionales con estudios de posgrado y la matrícula de la educación superior y, con ello fortalecer la red educativa nacional.
- ❖ Tránsito del paradigma científico-tecnológico clásico a nuevos paradigmas.
- ❖ Enseñanza basándose en computadoras y telecomunicaciones que formen a ciberestudiantes.
- ❖ Exámenes realizados por computadora o internet.
- ❖ Libros a través de multimedia con guiones de alta calidad a base de la televisión digital y la robótica, en el aspecto educativo.
- ❖ Imagen y guión apropiados que le proporcione al docente el perfil deseado.

Como una muestra de la aportación del IPN a la formación de personal de alto nivel, preparado para colaborar en la solución de los problemas nacionales en el área hidráulica, en el anexo C (tabla C.18), se muestran los alumnos graduados en la ESIA-IPN en el período 1991- 2001 en la Maestría en Ciencias con especialidad en Hidráulica.

El análisis de la situación que guarda el posgrado en ingeniería hidráulica y todas sus especialidades, es de vital importancia, toda vez que de ahí depende la formación de los recursos humanos que tendrán que enfrentar en los próximos años el reto de eficientar el

uso del recurso con creatividad, imaginación, recursos limitados y una gran premura en el tiempo que ya se ha cumplido. La limitada importancia que se le ha otorgado a los cursos de posgrado en sus diferentes niveles, se refleja en la escasa cantidad de instituciones de educación superior que imparten programas relacionados con el recurso agua. La necesidad de compartir recursos humanos, de infraestructura y presupuestales se aprecia como una mecánica de trabajo impostergable a fin de continuar con la formación de recursos humanos de alto nivel, que contribuyan a la presentación de alternativas de solución en todos los ámbitos públicos y privados. Se aprecia un limitado apoyo económico a los proyectos de investigación, posgrados y alumnos becarios de la ingeniería hidráulica, asociado a la limitada cantidad de ellos que han logrado registrarse en el PNP o PIFOP del CONACYT, situación que debe revertirse, independientemente de las crisis económicas que ocurran en nuestro país, considerando irreductibles los presupuestos destinados al posgrado y la investigación hidráulica, por ser un asunto de seguridad nacional.

Atender a los principios de la Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción de UNESCO [1998], es una prioridad para la educación nacional, particularmente en el nivel posgrado.

Lo anterior, también es una muestra de los nuevos retos, a los cuales se enfrentan los posgrados en general. Específicamente los del área hidráulica deben utilizar las nuevas herramientas tecnológicas, a fin de cambiar su paradigma y trascender en el panorama nacional, desempeñando una actuación importante en la toma de decisiones y aportando egresados preparados con calidad, pertinencia y vinculación con la realidad nacional, con el compromiso de graduarse en los tiempos mínimos establecidos a través de trabajos de tesis con un alto contenido de impacto social.

CAPITULO IV LA INVESTIGACIÓN HIDRÁULICA EN EL IPN

En el IPN, la investigación científica y tecnológica ha sido considerada como un instrumento central de innovación, cambio y bienestar social, que debe aportar alternativas de solución a los problemas técnicos, científicos, sociales y económicos del país y así poder impulsar su crecimiento integral (PDI 1995 –2000 y 2001-2006). Adicionalmente se ha considerado a la investigación como una función institucional prioritaria, por ser la generadora de recursos humanos de calidad y por su contribución al desarrollo científico y tecnológico que requieren los sectores productivos del país.

La investigación tiene como propósitos generales la desconcentración operativa, la búsqueda de solución a la problemática regional y el aprovechamiento racional de los recursos locales. Igualmente, el desarrollo tecnológico tiene como objetivo la aplicación del conocimiento científico a los requerimientos de desarrollo, tomando en cuenta el cuidado del medio ambiente y los intereses de la comunidad. De manera colateral se promueve la formación, superación académica y actualización de investigadores (investigadores de los centros por especialidad e interdisciplinarios, así como profesores y alumnos de los tres niveles educativos en las diferentes escuelas y unidades del instituto).

En forma anual, el Instituto Politécnico Nacional a través de la Coordinación General de Posgrado e Investigación (CGEPI), emite su convocatoria para que la comunidad académica presente sus propuestas de proyectos de investigación científica y tecnológica en alguna de los programas considerados como prioritarios, de acuerdo con los términos y plazos establecidos en dicha convocatoria.

El *Programa Operativo Anual (POA)*, del Instituto Politécnico Nacional es un documento en el que se manifiestan los principales proyectos, actividades, acciones y metas que se llevarán a cabo en el transcurso de un año, e integra las propuestas de escuelas, centros, unidades y áreas centrales. Este programa se deriva del *Programa de Desarrollo Institucional (PDI)*, el cual establece los objetivos, estrategias, acciones y metas de carácter general para el período en las categorías fundamentales de cobertura, calidad, desarrollo del personal académico, pertinencia, organización y coordinación, las cuales se especifican para cada una de las funciones institucionales tales como docencia, investigación científica y tecnológica, extensión y difusión y apoyo académico y administración.

En los *POA* s de 1999 al 2003, se menciona que la investigación científica y tecnológica en el IPN tiene como objetivos:

- *Fortalecer e incrementar la participación del Instituto en las tareas de investigación para coadyuvar al avance científico y tecnológico, mejorando la calidad de la enseñanza, considerando la pertinencia social, el impulso a la creatividad y la innovación.*
- *Mejorar la calidad de la investigación científica y tecnológica como fuente generadora de conocimientos y tecnologías, mediante la evaluación sistemática de sus resultados.*
- *Formar y actualizar recursos humanos de alta calidad para integrar los cuadros de investigación con el más alto rigor académico, científico y tecnológico.*

Por su relevancia, las principales estrategias del POA 1999 (Cobertura, Calidad, Desarrollo de Personal Académico, Pertinencia, y Organización y Coordinación), se describen a continuación:

Cobertura

- * Ampliar y optimizar las actividades de investigación científica y tecnológica con una orientación hacia la descentralización, proporcionando apoyos para consolidar y crear centros de investigación, programas y proyectos, de acuerdo con los requerimientos sociales.
- * Impulsar e incrementar el desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica en el Nivel Medio Superior como parte de la práctica académica.
- * Promover entre el personal académico y los educandos las actividades de investigación a través del Sistema Institucional de Investigación Científica y Tecnológica, con el fin de ampliar la planta de investigadores y fortalecer el vínculo de la docencia con la investigación.
- * Fortalecer el Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), para tener jóvenes preparados y motivados para incorporarse a las tareas de investigación desde la educación media superior hasta la licenciatura y el posgrado.

Calidad

- * Fomentar la investigación mediante la definición de estándares y criterios que aseguren su vigencia y rigor metodológico, permitiendo el acceso y permanencia de los investigadores a programas nacionales de estímulos y reconocimientos, a través del Sistema Institucional de Investigación Científica y Tecnológica.

Desarrollo de Personal Académico

- * Desarrollar la planta de investigadores con base en el Programa de Formación y Actualización de Investigadores, contemplando tres líneas básicas: Impulso a programas de formación de posgrado; Actualización, estímulo y consolidación de núcleos de investigadores de elevado nivel; e Incorporación de personal de excelencia en grupos con alto potencial de innovación y creatividad.
- * Valorar y reconocer el trabajo académico de los docentes-investigadores de alta productividad, a través de premios y estímulos profesionales, así como el apoyo para su participación en eventos y certámenes convocados por organismos nacionales e internacionales.

Pertinencia

- * Orientar las actividades de investigación científica y tecnológica en las áreas en las que el Instituto ejerce liderazgo en la solución de los problemas sociales, económicos y el logro del desarrollo sustentable del país.
- * Promover la vinculación con organismos e instituciones dedicadas a la generación de tecnología mediante la promoción de investigadores y proyectos conjuntos, intercambio de investigadores, acceso a redes de información y a la búsqueda de fuentes alternativas de financiamiento.
- * Asociar la investigación científica y tecnológica con las necesidades, características y expectativas del desarrollo del país, impulsando los programas y proyectos con alto potencial de transferencia y de financiamiento alterno.

- * Impulsar la generación de innovaciones tecnológicas, estableciendo las líneas prioritarias de investigación y desarrollo y promoviendo su difusión y aplicación entre los diversos sectores de la sociedad.

Organización y Coordinación

- * Consolidar el Sistema Institucional de Investigación Científica y Tecnológica y los procedimientos académico-administrativos para mejorar las tareas de investigación.
- * Fortalecer la coordinación con instancias externas al Instituto, fundamentalmente con el Sistema SEP-CONACyT, para dar la proyección nacional e internacional a los resultados de investigación.

Así mismo, en los POA's 1999 al 2003 se definen como principales metas las siguientes:

- Ampliar la planta de investigadores
- Conformar el padrón de excelencia de investigadores
- Incrementar los estímulos para la investigación
- Integrar el Sistema Institucional de Investigación
- Crear Centros de Innovación y Desarrollo Tecnológico
- Elaborar un sistema eficiente de seguimiento y evaluación de programas y proyectos de investigación.
- Integrar el programa de Formación y Actualización de Investigadores.
- Desarrollar proyectos para incrementar la productividad y la calidad.
- Consolidar los Centros de Investigación para el Desarrollo Integral Regional.

Registro Institucional de Investigaciones

La Coordinación General de Posgrado e Investigación (CGEPI) emite anualmente la convocatoria para la presentación de proyectos de investigación, estableciéndose en sus bases los términos y plazos en que deberán hacerse las postulaciones por parte de los titulares de las escuelas, centros y unidades.

Para garantizar que las propuestas de los planteles sean congruentes con las políticas institucionales de desarrollo de la investigación, se evalúan los proyectos, son calificados y priorizados por comités, conformados por personal académico con experiencia y productividad en investigación. En el proceso de aceptación de investigaciones, además de la opinión de los comités evaluadores, se consideran aspectos adicionales, tales como:

- La dirección de proyectos a cargo de investigadores del IPN miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
- La identificación de los responsables de los proyectos dentro de la planta docente de programas de posgrado de excelencia académica inscritos en el Padrón del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).
- Apoyo a grupos de investigación consolidados o emergentes.

Financiamiento de las Actividades de Investigación

Durante el período 1995-2001 se han aplicado lineamientos específicos para aumentar la productividad de los investigadores, mejorar la calidad de sus resultados y la formación de recursos humanos de alto nivel, a través de los siguientes aspectos: *fortalecimiento y modernización de la infraestructura física dedicada a las actividades de docencia e investigación; incremento de los recursos institucionales destinados a la investigación, así*

como la ampliación y diversificación de las fuentes externas de financiamiento y el mejoramiento del ambiente académico, todo ello en congruencia con los lineamientos establecidos en el PDI 1995- 2000.

En el anexo D (tabla D.1) se muestra el financiamiento que el IPN ha otorgado en el período 1994-2001, para la realización de proyectos de investigación. Estos recursos han sido asignados a grupos de investigadores para la realización de programas en áreas específicas, otorgándose prioridad a aquellos con mayor potencial de desarrollo y productividad académica, científica y tecnológica. Debe puntualizarse que el concepto de presupuesto para investigación se refiere exclusivamente a los recursos destinados al desarrollo de los programas y proyectos de investigación en los rubros de gasto corriente e inversión, existiendo además otros apoyos complementarios, como son los servicios y mantenimiento, costos de administración (que incluyen nómina), obra civil (construcción y adecuaciones), becas al personal docente y otros más, que sumados al presupuesto institucional de investigación representan en promedio alrededor del 15% del total del presupuesto del IPN, lo que permite apreciar la importancia que se ha otorgado a la función investigación. Cabe mencionar que:

El costo real de cada proyecto depende de la naturaleza misma de la investigación, los objetivos y metas planteadas y la magnitud de los recursos humanos, materiales y económicos requeridos para dar respuesta a la necesidad que generó la misma investigación.

El área del conocimiento donde se ubica la investigación define el rango de recursos económicos requeridos, así como la perspectiva del propio proyecto, al programar la dimensión de sus actividades y búsquedas de generación del conocimiento, por lo que es difícil asumir el simple promedio aritmético como un indicador adecuado. Sin embargo, el monto total asignado sí proporciona una referencia concreta para intentar medir la productividad derivada de las actividades de investigación, al contrastar este costo con el beneficio de los resultados técnicos, las publicaciones y eventos, y desde luego aquello que como institución educativa nos caracteriza y da sentido, la formación de recursos humanos con una preparación académica sólida.

Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI)

El Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI), fue creado en 1984 como un instrumento de política académica para contribuir a la formación integral de los educandos a través de su participación en proyectos de investigación y lograr así una relación más directa entre el docente y el alumno para facilitar la transmisión del conocimiento. En el anexo D (tabla D.2) se presentan los alumnos inscritos en el período 1994- 2001.

Presencia del IPN en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue instaurado en 1984 como una respuesta del gobierno federal a la necesidad de establecer un instrumento de fomento a las actividades de investigación, a través del reconocimiento a la calidad académica y productividad de los investigadores.

Después de veinte años de funcionamiento, el SNI se ha constituido en un elemento estratégico de la política nacional en ciencia y tecnología, al contribuir en forma determinante

a la generación de recursos humanos de alto nivel y propiciar la retención de investigadores en el país y en general, mejorar el ambiente académico en las instituciones en donde realizan sus actividades.

La participación del IPN en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) durante los últimos años presenta como principal característica una tendencia creciente en el número de investigadores politécnicos, al pasar de 162 en 1995 a 318 en 2001, lo cual se muestra en el anexo D (tabla D.3). Sin embargo el porcentaje que representa con respecto a los más de 9,000 investigadores nacionales, sigue siendo bajo, y el cambio de esta situación depende de una reforma integral en el IPN.

Sin embargo, la tendencia interna positiva se debe a las políticas de desarrollo institucional en apoyo a grupos de investigación para favorecer su productividad, aunado a la contratación de personal académico de alto nivel, los esquemas de superación académica y de reconocimiento a las actividades de investigación asociadas al posgrado, así como al fortalecimiento de la infraestructura para la modernización de laboratorios y talleres, lo que en conjunto ha contribuido a la conformación de un ambiente académico más propicio para la producción científica y tecnológica.

Sistema Institucional de Investigación Científica y Tecnológica del IPN (SIICyT)

Uno de los aspectos fundamentales que estableció en las dos últimas versiones del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 y 2001-2006, es el relativo a la definición de una política científica y tecnológica que, basada en la producción del conocimiento, coadyuve a mantener un equilibrio global y regional entre los sectores productivo, educativo y social. Los Programas de Desarrollo Educativo y de Ciencia y Tecnología de la SEP proponen estrategias específicas a concertar entre las instituciones que tienen a su cargo el desarrollo de las políticas científicas y tecnológicas, integrándolas al posgrado como fuente principal para la generación de conocimientos y tecnologías.

En congruencia con estos lineamientos, el Instituto Politécnico Nacional planteó en su Programa de Desarrollo Institucional 1995-2000, políticas específicas para apoyar y promover la investigación, con el propósito de orientar la oferta de sus servicios educativos, científicos y tecnológicos a la demanda de los sectores productivo y social, bajo principios definidos de calidad y oportunidad.

De conformidad con dicho Programa y en cumplimiento a las políticas de su Reforma Académica, el Instituto Politécnico Nacional estableció el Sistema Institucional de Investigación Científica y Tecnológica (SIICyT), el cual fue aprobado por el H. Consejo General Consultivo del IPN en su reunión del mes de diciembre de 1996.

Este Sistema se constituye como un instrumento de política académica institucional que permitirá alcanzar mayores niveles de eficiencia en la respuesta del IPN a las necesidades derivadas del desarrollo nacional, en aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología y la formación de recursos humanos de alto nivel. Entre los principales beneficios académicos que aportará el SIICyT se encuentra el énfasis sobre la relación de la docencia y la investigación en el proceso formativo del posgrado, aspecto fundamental del modelo institucional para el desarrollo de este nivel educativo. Por otra parte, permitirá potenciar mayormente y en forma armonizada el desarrollo grupal e intergrupal de los investigadores, propiciando la ampliación y diversificación temática en las investigaciones.

El Sistema se ubica en un marco de referencia externo e institucional, lo que por una parte le otorga un carácter congruente con las políticas nacionales de desarrollo y con la identificación de las necesidades específicas de los sectores productivo y social, y por otra, atiende a los lineamientos institucionales relacionados con la orientación de las acciones académicas, científicas y tecnológicas, y los apoyos para su realización.

En conjunto, estos aspectos determinan la conformación y operación del Sistema como instrumento ordenador y promotor de la función investigación, mediante la integración estratégica de Programas Institucionales de Investigación Científica y Tecnológica, que guardan estrecha relación con el posgrado, como se puede observar en la siguiente grafica.

FIGURA IV.1 SISTEMA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Refiriéndonos al IPN, es importante mencionar que, las grandes estrategias que ha tenido que adoptar para conservar su liderazgo en la formación de recursos humanos, han sido:

- ⊕ El aseguramiento de la calidad educativa y la excelencia académica.
- ⊕ El fortalecimiento de la vinculación con los sectores productivo y social, así como con las instituciones del sistema educativo, y
- ⊕ La evaluación sistemática del desempeño y resultados institucionales

Gracias a la aparición y consolidación de grupos de investigación en ingeniería, ciencias exactas y médico-biológicas, así como la incorporación de personal de alto nivel profesional y académico, se establecieron condiciones adecuadas para el desarrollo de programas de estudio de posgrado. De esta manera, en 1961 el instituto autorizó la apertura de cuatro doctorados y seis maestrías, mismos a que a continuación se enuncian:

- ⊕ Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB): Doctorados en Biología, Bioquímica y Microbiología.
- ⊕ Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME): Maestría en Ingeniería Industrial.
- ⊕ Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA): Maestría y Doctorado en Ciencias Administrativas.
- ⊕ Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM): Maestría en Ingeniería Nuclear.
- ⊕ Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA): Maestrías en Estructuras e Hidráulica.
- ⊕ Escuela Superior de Medicina (ESM): Maestría en Morfología.

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNIDAD ZACATENCO (ESIA)

Específicamente hablando de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Zacatenco (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional, es necesario describir las actividades que se han desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería Hidráulica (LIH), a fin de comprender los alcances de la investigación que se ha realizado.

En la ESIA Unidad Zacatenco se cursa la carrera de Ingeniería Civil y el laboratorio fue creado en 1965, con la finalidad básica de complementar con la experimentación necesaria, la enseñanza teórica de la hidráulica que se imparte a nivel licenciatura y posgrado.

Una población estudiantil del orden de 4000 alumnos en la licenciatura realizan dos tipos de prácticas: las demostrativas y las participativas. La población de alumnos de posgrado es variable, porque depende de los proyectos de investigación que se estén realizando para derivar sus tesis respectivas.

El laboratorio cuenta con una superficie de 1200 metros cuadrados, en donde se ubican las instalaciones con fines didácticos y de investigación, incluyendo la zona para la construcción de modelos físicos, oficinas, área de diseño y cálculo, biblioteca, área de instrumentación, salón de fotografía y vídeo y talleres. Adicionalmente existe una superficie cubierta de 1300 metros cuadrados en la Unidad Ticomán, la cual se utiliza para modelos marítimos. (Folleto de divulgación del LIH 2000).

La experiencia del personal que trabaja en este laboratorio comprende trabajos de optimización experimental de obras hidráulicas, de tratamiento y análisis de problemas especiales, como el caso del Estudio de Agitación para la localización de las monoboyas de Cayo Arcas, Campeche, realizado para el Instituto Mexicano del Petróleo; Estudio en Modelo Hidráulico del Bajo Río Coatzacoalcos y la Laguna de Pajaritos, Veracruz, realizado para PEMEX; Estudio en Modelo de Fondo Móvil del Frente Marítimo de la Planta Termoeléctrica de Tuxpan, Veracruz, para la CFE, entre otros.

La zona destinada a la enseñanza cuenta con las instalaciones que se mencionan a continuación:

- ❖ Canal de pendiente variable
- ❖ Mesa de Reynolds
- ❖ Torre de oscilación
- ❖ Túnel de viento
- ❖ Red de tuberías
- ❖ Banco hidrostático

La zona destinada a trabajos de investigación posee las instalaciones que se enuncian a continuación:

- ❖ Área de modelos hidráulicos
- ❖ Canal de arena
- ❖ Canal de olas de 25 x 0.60 x 1.0 m, equipado con generador de oleaje irregular
- ❖ Canal de pendiente variable
- ❖ Canal de Rehbock
- ❖ Cárcamo de bombeo
- ❖ Compuertas de control neumático
- ❖ Consola de controles
- ❖ Tanque de aforos volumétricos subterráneo
- ❖ Tanque de carga constante
- ❖ Tanque de olas de 11 x 7 x 0.50 m, equipado con generador de oleaje regular
- ❖ Tanque de olas de 30 x 35 x 0.80 m, equipado con generadores de oleaje regular e irregular

El laboratorio cuenta con bombas de 10, 20 y 30 H.P., con un gasto máximo de 120 lps, tanque elevado (a 7m de altura) con capacidad de 50m³, generador de oleaje irregular, generador de oleaje regular y diversos equipos de cómputo.

Como elementos básicos de instrumentación se cuenta con:

- ❖ Anemocinemógrafo
- ❖ Corrientímetro electromagnético
- ❖ Corrientímetro ultrasónico
- ❖ Equipo de cómputo y software para estudios de oleaje, transporte de sedimentos y propagación de ondas de marea.
- ❖ Equipo generador de corrientes con base en válvula repartidora
- ❖ Equipo para levantamientos topohidrográficos
- ❖ Limnógrafos
- ❖ Limnómetros
- ❖ Micromolinetes
- ❖ Molinete electrónico
- ❖ Monitor de fugas de hidrocarburos
- ❖ Muestreador para agua
- ❖ Ológrafo electrónico de 4 canales
- ❖ Posicionador global vía satélite (GPS)
- ❖ Sonda para la medición de nivel
- ❖ Tubos de Pitot
- ❖ Visualizador láser de flujos

El LIH desarrolla las siguientes áreas de investigación:

a) Hidráulica de canales

Esta área de investigación tiene por objetivo principal planear y diseñar la construcción de obras de riego para grandes zonas, así como para satisfacer la demanda de agua potable, misma que se encuentra en constante aumento. En este tipo de investigación hidrológica e hidrodinámica, se requiere de canales de pendiente variable y de pruebas hidrométricas, así como de canales adaptables para la modelación y semejanza hidráulica.

En el LIH se han consolidado las líneas de investigación que se enuncian a continuación:

- ❖ Diseño de conductos para transportar agua, por el sistema de bombeo y gravedad.
- ❖ Calibración de instrumentos de medición de flujos
- ❖ Modelación del comportamiento de pilas en puentes y vertedores
- ❖ Simulación de transporte de sólidos y azolves
- ❖ Visualización y determinación de flujos y fenómenos hidráulicos
- ❖ Optimización del funcionamiento y operatividad de compuertas y cajas aforadoras

Actualmente el LIH realiza estudios como los mencionados, para la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), entre otras instituciones dedicadas a la conducción, uso y aprovechamiento del recurso, así como a la prevención de avenidas y sus efectos. La realización de estas investigaciones ha implicado, además de las aportaciones técnicas en el diseño y la construcción, el abatimiento de costos y tiempos y desde luego una mejora en la operación.

Debe destacarse la realización de un modelo físico para la caída cilíndrica de uno de los colectores del Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Este estudio, iniciado en 1978, fue necesario, debido a que en esa zona del subsuelo urbano convergía el paso del tren subterráneo de la línea 3 del metro y la obra sanitaria. Un resultado relevante, fue el proponer la realización de modificaciones en la conducción hidráulica, lo cual representaba una solución más económica, que desviar la ruta del transporte metropolitano.

Otro estudio que vale la pena mencionar por su trascendencia y que se realizó en los años 80, es la revisión hidráulica del Canal Agua de Correa. En ésta corriente, situada dentro de una zona turística (Ixtapa – Zihuatanejo) ocurrían desbordamientos. A petición del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (Fonatur) se realizó un estudio y con un modelo físico del canal se pudo corregir el funcionamiento de esta obra hidráulica.

b) Ingeniería portuaria y costera

En esta área de investigación, se han formado varios grupos de expertos, a la par de haber desarrollado metodologías adecuadas y perfeccionado procesos de construcción de modelos. La consolidación de las líneas de investigación que a continuación se enuncian, es uno de los logros de este laboratorio:

- ❖ Modelación de obras de protección costera y portuaria
- ❖ Dinámica del oleaje
- ❖ Transporte litoral
- ❖ Estabilidad de bocas
- ❖ Difusión térmica

En esta área, se han tenido los mejores resultados de la investigación aplicada que ha desarrollado el LIH, a continuación se presentan los principales estudios realizados de mayor impacto:

- ❖ Modelo físico hidráulico para la elección de sitios para la instalación de plataformas de explotación petrolera y de monoboyas de carga, en la región de Cayo Arcas, Campeche.
- ❖ Modelo físico hidráulico de penetración de oleaje en el puerto de Dos Bocas, Tabasco.
- ❖ Modelo físico reducido de transporte de sedimentos y descarga de agua caliente de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos en Tuxpan, Veracruz, así como del canal de llamada y escolleras de protección.
- ❖ Modelo físico hidráulico de fondo móvil del frente marítimo de la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos en Tuxpan, Veracruz, así como de las escolleras de protección del canal de llamada, para las seis unidades en Operación.
- ❖ Modelo físico de corrientes del Bajo Río Coatzacoalcos y Laguna de Pajaritos, para el estudio sedimentológico de Punta Pichos y el canal de navegación.
- ❖ Modelos físicos reducidos bidimensionales para diferentes rompeolas
- ❖ Estudio de transporte de sedimentos para el puerto de suministro de roca Rincón Bamba, para la construcción del puerto industrial de Salina Cruz, Oaxaca.

c) Dispositivos de medición y ahorro de agua

Esta área de investigación se ha desarrollado ante la demanda, cada vez mayor, del recurso agua, su conservación y buen aprovechamiento; la necesidad de realizar un adecuado mantenimiento en la infraestructura hidráulica y una óptima conservación de los acuíferos, así como el proponer procedimientos que ofrezcan resultados favorables cuantitativos y cualitativos en estos rubros.

El LIH ha desarrollado básicamente las siguientes líneas de investigación:

- ❖ Diseño, construcción y calibración de dispositivos de medición
- ❖ Diseño, construcción y calibración de dispositivos de ahorro de agua

Entre los estudios más importantes que se han realizado en esta área es conveniente mencionar los siguientes:

- ❖ Desarrollo de un Aforador Proporcional para tuberías
- ❖ Compuerta reguladora de niveles
- ❖ Dispositivo fluídico para el control automático de niveles
- ❖ Aforadores de codo
- ❖ Calibración de molinetes y otros aparatos de medición

d) Hidráulica marítimo - portuaria

El estudio de la dinámica marítima desde el enfoque de la Ingeniería Civil, presenta retos complejos y exige una gran creatividad en el diseño de obras. En nuestro país, las enormes franjas costeras, el aprovechamiento de los recursos pesqueros y el equilibrio ecológico que se pretende a través de la llamada "cultura del agua", son temas recurrentes en esta rama de la investigación hidráulica. Por otro lado, el constante avance de tecnologías relacionadas con las alternativas energéticas, así como la sustentabilidad de megaproyectos portuarios o de navegación, orienta las tareas hacia una óptima eficiencia operativa.

Las líneas de investigación que se han desarrollado son las siguientes:

- ❖ Estabilidad de rompeolas en dos o tres dimensiones
- ❖ Estabilidad de protecciones costeras

- ❖ Eficiencia de sistemas de espigones
- ❖ Agitación en zonas marítimas y en recintos portuarios

Esta área de investigación trabaja con mucha frecuencia de manera conjunta con el área de Ingeniería portuaria y costera. Por lo anterior, los trabajos más relevantes realizados en esta área, mediante estudios de semejanza y análisis detallado del comportamiento en modelo físico hidráulico, han sido más de veinte entre los que destacan los realizados para la Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos, relacionados con transporte de sedimentos y su afectación a las obras de toma y descarga de las centrales termoeléctricas, y estudios de agitación para la ubicación de instalaciones petroleras.

e) Hidrodinámica de estuarios

El LIH realiza diferentes actividades relacionadas con la hidrodinámica de estuarios, sobre todo las relacionadas con el comportamiento del flujo de agua en el interior de lagunas litorales, desembocadura de ríos, entrada de agua a través de bocas litorales, efectos de la acción del viento y de la propagación de la marea astronómica, difusión térmica, así como los efectos de productos de descarga de aguas superficiales y subterráneas.

Las líneas de investigación que se desarrollan en esta área, son las siguientes:

- ❖ Sobreelevación de la superficie del agua
- ❖ Distribución de velocidades en estuarios
- ❖ Estabilidad de bocas
- ❖ Intrusión salina
- ❖ Transporte de contaminantes
- ❖ Difusión térmica

Entre los principales trabajos realizados por este grupo de investigación podemos mencionar:

- ❖ Estudio en modelo numérico de corrientes y mejoramiento de la calidad del agua en la Laguna de Bojórquez, Cancún, Quintana Roo.
- ❖ Estudio en modelo físico reducido de corrientes y transporte de sedimentos en el Bajo Río Coatzacoalcos y Puerto de Pajaritos, Veracruz.
- ❖ Estudio en modelo numérico de la propagación de la onda de marea en la Laguna de Corralero, Oaxaca.

f) Ordenamiento ambiental de cuencas hidrológicas

El constante deterioro de las cuencas hidrológicas debido a la severa erosión que se presenta en prácticamente todas ellas, la alteración de los ecosistemas, la contaminación de las corrientes superficiales y subterráneas por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, el crecimiento urbano y los cambios en el uso del suelo, son entre otros factores, problemas que contribuyen a agravar la crisis en la captación y el suministro del recurso con la calidad y cantidad requerida.

Este grupo de trabajo ha tenido como principal objetivo, en el marco de los principios rectores del desarrollo sustentable y sostenido, el elaborar estudios que contribuyan a lograr el uso racional de los recursos hidráulicos, considerando los procesos e interrelaciones de los recursos bióticos, abióticos y socioeconómicos, a fin de elaborar una planeación adecuada, mediante el Ordenamiento Ambiental de las Cuencas Hidráulicas.

Uno de los principales logros de este grupo de investigación ha sido el desarrollo de una metodología que permite definir los niveles de análisis, apoyándose en una regionalización ambiental, incorporando bases de datos relacionados con el recurso y manejándolas en un Sistema de Información Geográfica e interpretando imágenes de satélite.

Este grupo de trabajo ha participado en el ordenamiento ecológico de diferentes cuencas del país. Los datos resultantes de estos estudios se han procesado y han sido manejados en un Sistema de Información Geográfica. Tanto el registro de datos, como la interpretación de las imágenes de satélite se han realizado utilizando los programas Micromap, Idrisi, PCI y Arc-Info.

g) Cárcamos de bombeo y obras de toma

La problemática que implica manejar sistemas de bombas de gran capacidad, tales como la reducción de la eficiencia, la necesidad de mantenimiento intensivo (preventivo y correctivo), y la supervisión para detectar los efectos relacionados con las alteraciones en la hidrodinámica del flujo de alimentación, entre otras razones, ha motivado que se integre un grupo de trabajo que estudie este tipo de situaciones.

El funcionamiento hidráulico de los cárcamos de bombeo, en particular los de grandes dimensiones, debe ser verificado experimentalmente en modelos físicos reducidos, después de una fase de diseño geométrico que involucra la aplicación de recomendaciones generales elaboradas por instituciones especializadas, por lo cual este grupo ha desarrollado trabajos de modelación novedosos y altamente efectivos al ofrecer recomendaciones técnicas que optimizan los costos de construcción y de operación.

La experiencia acumulada ha permitido a los especialistas del LIH generar algunos desarrollos tecnológicos, tales como un perfil hidrodinámico de baja producción de estela, lo cual ha permitido acortar la longitud de algunos cárcamos y mejorar el comportamiento hidráulico de otros, y que ha sido incorporado a varias centrales termoeléctricas; el establecimiento de una correlación entre la vorticidad y el Número de Froude del flujo y el diseño de algunos dispositivos amortiguadores de vorticidad.

En este punto, es importante mencionar que en el año de 1988 en el IPN se generó el documento denominado Proyecto de Programa Institucional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (PIIDET), el cual tenía como objetivo “integrar, ordenar, orientar y dar racionalidad y congruencia al quehacer científico y tecnológico del Instituto Politécnico Nacional, orientando los recursos humanos, físicos y financieros destinados a la investigación, hacia la solución de los problemas de prioridad nacional, en áreas que por las especialidades que atienden tienen infraestructura y, por lo tanto, hay factibilidad de que el Politécnico tenga un mayor impacto en el desarrollo de la sociedad mexicana, mediante la búsqueda de mejorar su calidad de vida” [PIIDET 1988]. En este documento, fueron definidas las siguientes áreas de investigación:

- Industria (bienes de capital, normalización, materiales)
- Computación
- Energéticos (fuentes convencionales y no convencionales)
- Alimentos
- Recursos Naturales (bióticos y abióticos)
- Medio Ambiente
- Salud

Los proyectos realizados por la ESIA-U. Zacatenco, particularmente aquellos de hidráulica, fueron ubicados en las áreas de Industria, Computación, Energéticos, Recursos Naturales y Medio Ambiente en el contexto de las líneas de investigación que a continuación se mencionan y que estaban definidas en el PIIDET:

➤ **ÁREA: INDUSTRIA**

- ◆ Línea de investigación: Construcción
 - ✓ Sublínea : Análisis y diseño de los sistemas hidráulicos en México
 - ✓ Sublínea: Diseño de plataformas petroleras en los litorales de la República Mexicana
 - ✓ Sublínea: Transporte y flujo de hidrocarburos a mayores profundidades de extracción.

➤ **ÁREA: COMPUTACIÓN**

- ❖ Línea de investigación: Simulación y modelado

➤ **ÁREA : ENERGÉTICOS**

- ❖ Línea de investigación: Fuentes convencionales de energía. Hidráulica
 - ✓ Sublínea: Diagnóstico de la situación actual del uso de la hidráulica en las plantas generadoras de energía eléctrica.
 - ✓ Sublínea: Estudios de optimización del uso de los recursos hidráulicos para la generación energética.
 - ✓ Sublínea: Control, protección y estabilidad en las plantas generadoras.
 - ✓ Sublínea: Utilización de la microhidráulica
- ❖ Línea de investigación: Fuentes no convencionales de energía. Energía Mareomotriz
 - ✓ Sublínea: Identificación de las zonas potencialmente utilizadas en la generación de la energía mareomotriz.
 - ✓ Sublínea: Desarrollo de tecnología apropiada para el uso de la energía mareomotriz como fuente energética.
 - ✓ Diagnóstico del estado actual del uso de la energía mareomotriz nacional e internacional.

➤ **ÁREA: RECURSOS NATURALES**

- ❖ Línea de investigación: Inventario y evaluación de recursos naturales
 - ✓ Sublínea : Recursos hidrológicos
- ❖ Línea de investigación: Cultivos, desarrollo tecnológico y explotación de recursos naturales abióticos.
 - ✓ Sublínea: Agua. Ingeniería acuícola e hidrotecnología.
- ❖ Línea de investigación: Manejo y administración de los recursos naturales
 - ✓ Sublínea: Prospección
 - ✓ Sublínea: Explotación económica
 - ✓ Sublínea: Administración

➤ **ÁREA: MEDIO AMBIENTE**

Línea de investigación: Manejo y administración de los recursos naturales

- ❖ Línea de investigación: Regionalización del país en función de sus características principales.
 - ✓ Sublínea: Condiciones de suelos, bosques y cuencas.

- ✓ Sublínea: Tecnología apropiada para el uso integral, racional, intensivo o extensivo de los sistemas acuáticos y terrestres.
 - ✓ Sublínea: Utilización adecuada de cuencas hidráulicas
 - ✓ Sublínea: Hidrología
 - ✓ Sublínea: Climatología
- ❖ Línea de investigación: afectación de sistemas acuáticos y terrestres por las actividades humanas.
 - ✓ Sublínea: Determinación del grado de alteración de sistemas naturales como resultado de la actividad humana mediante la evaluación de la contaminación del aire, agua y suelo.
 - ✓ Sublínea: Determinación de factores que influyen en la calidad ambiental y el deterioro ecológico en sistemas agrícolas, forestales e hidráulicos.
 - ✓ Sublínea: Mitigación del impacto ambiental.
 - ❖ Línea de investigación: Determinación de la calidad de vida de la población humana considerando parámetros de tipo:
 - ✓ Sublínea: Calidad del agua.

Estas líneas de investigación siguen siendo vigentes, aunque el documento denominado PIIDET ya no se maneja oficialmente y desde luego han aparecido temáticas nuevas que conducen al desarrollo de otras líneas de investigación como la hidráulica ambiental, hidráulica computacional, cambio climático, gestión del riesgo, gestión de zonas costeras, y gestión del recurso agua, entre muchas otras.

Finalmente, es importante mencionar que otras escuelas del propio instituto realizan actividades de investigación relacionadas con la investigación hidráulica desde líneas de investigación muy específicas en su ámbito de aplicación, tales como la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco (ESIME), con estudios de ductos y tubería, turbinas y mecánica de fluidos; el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), y el CIIDIR Unidad Sinaloa, que realizan estudios oceanográficos y de hidrodinámica marítima, así como modelos matemáticos y computacionales.

Específicamente el Centro en Investigación en Computación (CIC), en colaboración con el CICATA Unidad Tamaulipas la UNAM y la Universidad de Texas A&M, iniciaron en el año 2002, un proyecto denominado "Red de observaciones y predicciones de variables oceánicas en las costas y puertos del Golfo de México". El grupo está formado por treinta estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, a cargo de seis investigadores responsables, de diferentes áreas tales como matemáticas, ingeniería oceánica, física y climatología, para que los modelos de predicción, así como la instrumentación y la información especializada en oleaje marino permita crear una base para la creación de una red de monitoreo de mareas y oleaje, dando origen así a una mejor infraestructura para la toma de decisiones sociales y económicas en los estados de Tamaulipas y Veracruz y a largo plazo en toda la costa del Golfo de México. El propósito principal es, que en un máximo de cuatro años se puedan tomar decisiones económicas, considerando el estado oceanográfico y las condiciones climatológicas, realizando las consultas a través de Internet.

Por otro lado el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), a través de su Grupo de Estudios Oceanográficos, desarrolla los siguientes proyectos de investigación:

- Estudios sobre la distribución espacial y temporal de la hidrografía del Golfo de México
- Simulaciones numéricas del Golfo de México
- Desarrollo de una metabase de datos meteorológica y oceanográfica del Golfo de México
- Estudios de surgencia en el Banco de Campeche

Este grupo ha realizado mediciones in situ, asociadas a observaciones satelitales, las cuales han provisto información valiosa e indispensable para el modelado de los fenómenos hidrodinámicos que dominan el Golfo, tales como los procesos costeros, oleaje, tormentas tropicales y la circulación y remolinos oceánicos. De ahí que se disponga de mapas que indican las zonas de mayor riesgo durante la presencia de un huracán. El grupo editó a finales del año 2002 el Atlas Oceanográfico del Golfo de México, Volumen 4.

El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) aún cuando fue creado con un perfil muy definido hacia las ciencias biológicas, el grupo de oceanografía se ha consolidado, hasta llegar a formar un grupo importante en la zona noroeste del país, destacando sus trabajos de campo, no solo en apoyo a los estudios de biología marina, sino contribuyendo al conocimiento del comportamiento oceanográfico de la región y a la aplicación en ámbitos de ingeniería, a través de la modelación computacional.

Aún cuando ha existido colaboración en diferentes momentos entre la ESIA-Unidad Zacatenco, con la ESIME-Unidad Zacatenco, el CICATA, el CICIMAR, el CIEMAD; el CIIDIR Unidad Oaxaca y la ENCB, no se ha logrado una integración formal y continua en los estudios conjuntos, lo cual podría conducir a un grupo politécnico en estudios del agua para un aprovechamiento sustentable, iniciando así una red institucional, que podría dar cabida a la conformación de la Red Nacional del Agua.

En la ESIA-Unidad Zacatenco la maestría en hidráulica ha tenido serias dificultades para consolidar su planta docente y esto, entre otros factores, se ha reflejado en la baja eficiencia terminal de su matrícula. Este programa permaneció un tiempo como condicionado, dentro del Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT, sin embargo, al no cumplir los requisitos de productividad de la planta docente y los niveles de eficiencia terminal establecidos, salió de este padrón.

En el anexo C (tabla C.18) se mencionan los alumnos graduados en los últimos diez años en esta maestría.

El IPN a través de la ESIA-U. Zacatenco firmó un convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid de España, para impartir desde el mes de julio de 1998, el Programa de Doctorado conjunto en Hidráulica Ambiental, incorporando un conjunto de doctores de ambas instituciones para impartir cursos y seminarios, así como dirigir tesis doctorales y formar los Comités doctorales. Fue nombrado un coordinador en cada país, con el propósito de dar seguimiento y cumplir con los términos del convenio.

En la primera generación y única hasta el momento, se seleccionaron once alumnos con estudios de maestría y plaza docente en el IPN, quienes cubrieron en dos años, la totalidad de las unidades crédito requeridas en este doctorado, mediante la aprobación de diversos cursos, seminarios y trabajos de investigación. La colaboración del IMTA y de CINVESTAV fue determinante para el éxito de este programa. A la fecha se han graduado 4 alumnos, 2 más están en España en revisión del trabajo de tesis y próximos a graduarse y el resto están concluyendo sus trabajos experimentales en México.

El reto de fortalecer la infraestructura física de laboratorios y centros de computo, así como de una planta docente estable y altamente productiva, permitirá en primera instancia el ingreso de más docentes-investigadores al Sistema Nacional de Investigadores y junto con un incremento en la eficiencia terminal, facilitara el ingreso al Padrón Nacional de Posgrado y sus beneficios directos o indirectos, o bien la acreditación ante cualquier otro sistema de apoyo y promoción del posgrado.

CAPITULO V

EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y DEL POSGRADO

Con base en los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, así como de las atribuciones que le confirió la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (LFICyT) y de conformidad con las nuevas estrategias y líneas de acción contenidas en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, se constituyó el Sistema Nacional de Evaluación Científica y Tecnológica (SINECyT), con el propósito de contar con criterios, instrumentos y mecanismos estandarizados, además de árbitros y evaluadores externos de alto nivel que garanticen la transparencia, objetividad y calidad requerida en los procesos de evaluación, de propuestas de investigación, de desarrollo tecnológico y de formación de grupos de investigación.

El SINECyT está integrado por los Consejos de evaluación de los Fondos CONACYT (CEFC), los Comités de Acreditación de Evaluadores (CAE) y por el Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA). Los Consejos de Evaluación de los diferentes Fondos CONACYT (CFEC) se conformaron de ocho miembros de la comunidad científica y tecnológica, designados por acuerdo entre el CONACYT y el fondo constituido; con los gobiernos estatales y/o municipales (Fondos Mixtos); con las dependencias de la Administración Pública Federal (Fondos Sectoriales), con organizaciones, agencias o gobiernos extranjeros (Fondos de Cooperación Internacional) o internos (Fondos Institucionales).

Los Comités de Acreditación de Evaluadores (CAE) son siete, uno por cada área del conocimiento científico y tecnológico:

- 1) Física y Matemáticas
- 2) Biología y Química
- 3) Medicina y Salud
- 4) Humanidades y Conducta
- 5) Sociales y Económicas
- 6) Biotecnología y Agropecuarias
- 7) Ingeniería e Industria

Los CAE quedaron integrados por aproximadamente 15 miembros elegidos entre investigadores niveles 2 o 3 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), tecnólogos y expertos en evaluación de negocios con experiencia equivalente en el área correspondiente. El CONACYT ha realizado la integración de los Comités de Acreditación basándose en el proceso de postulación y tomando en cuenta el equilibrio científico y tecnológico regional, disciplinario e institucional.

El registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA) está constituido por los candidatos que resultaron seleccionados bajo las bases de la convocatoria emitida, y serán quienes participen en los procesos de evaluación de las propuestas de investigación y desarrollo en los diferentes Fondos CONACYT. Lo anterior, es un paso importante para formalizar y homogeneizar la evaluación de la investigación a nivel nacional.

En los distintos procesos de evaluación de la investigación que se han realizado en nuestro país, se han presentado diversos problemas específicos, mismos que deben ser

considerados para plantear las futuras políticas a seguir [SEP 1991-1]. Algunos de estos problemas se describen a continuación. El proceso de evaluación generalmente predispone a la resistencia y al temor de ser puesto en evidencia, y en muchas ocasiones, estos sentimientos son explicables porque el proceso está asociado a premios por reconocimiento o castigos por exclusión. En muy contadas situaciones, se contempla el proceso como una oportunidad de mejorar las condiciones que definen la relación, entre los que ofertan y los que demandan el bien o servicio.

V.I PRINCIPALES PROBLEMAS EN LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se mencionan los principales problemas detectados en los procesos de evaluación realizados por diferentes instituciones educativas y de investigación nacionales. Es importante mencionar que fueron empleados diferentes indicadores cuantitativos y cualitativos, mismos que se pueden consultar en las siguientes referencias [SEP 1991-1], [Rojas 1983], [Tamayo 1990]:

1. *Falta de actualización y congruencia de los sistemas de información para la evaluación en el ámbito nacional*, no obstante que existen esfuerzos en casi todas las instituciones, por ejemplo: Estadística Básica del Inventario de Instituciones y Recursos dedicados a las Actividades Científicas y Tecnológicas, CONACyT 1984; PROIDES (Diagnóstico de la Función de la Investigación) 1986; Catálogos ARIES publicado por la UNAM; Anuarios Estadísticos ANUIES, COSNET y CONACYT; Catálogos de Investigación del IPN 1985-2002. Sin embargo, los criterios de clasificación, actualización, oportunidad y vigencia de información han sido heterogéneos.
2. *Ausencia de un modelo global y regional de evaluación de la investigación nacional*. Si bien existen evaluaciones parciales sobre algunas de las categorías de análisis, como la producción de los investigadores, no se cuenta con criterios de evaluación de todas las categorías, tales como infraestructura, líneas de investigación, servicios bibliotecarios, etc.
3. *Insuficiencia de la infraestructura orgánica de evaluación* dentro de las instituciones por carecer de recursos humanos calificados, de sistemas de información expeditos y de procesos técnicos bien establecidos.

No obstante los esfuerzos realizados en materia de desarrollo de la investigación por algunas instancias como el CONACYT, la SEP y las diferentes Instituciones de Educación Superior (IES), siguen prevaleciendo algunos problemas que tradicionalmente la han obstaculizado [SEP 1991-1]. Algunos de éstos son:

A) Planeación y Administración de la Investigación

1. Carencia en algunas IES de mecanismos de planeación y evaluación institucional.
2. Indefinición de políticas, normas y líneas institucionales de investigación.
3. Desequilibrio en el impulso y apoyo de las diversas áreas.
4. Desvinculación con el sector productivo de bienes y servicios.
5. Aislamiento institucional y desinterés de los investigadores, propiciado por la estructura organizacional de la investigación de algunas IES.
6. Carencia de apoyos institucionales que faciliten el encuentro y comunicación entre investigadores.

B) Personal de Investigación

1. Escasa vinculación de la investigación con la docencia.
2. Muy dispares y poco atractivas condiciones de trabajo
3. Inestabilidad de los grupos de investigación
4. Predominio de intereses y necesidades individuales de los investigadores.

D) Infraestructura

1. Apoyos deficientes y sin actualizar para realizar investigación. Las bibliotecas, centros de documentación, información y análisis son insuficientes. La adquisición de revistas especializadas y actuales se ha restringido. Existe escasez y obsolescencia en equipos e instrumental para la investigación.
2. El presupuesto asignado a las actividades de investigación no es suficientemente significativo para esta función, a pesar de los esfuerzos realizados en el ámbito nacional e institucional.

E) Producción Científica

1. Limitada capacidad de transformar resultados de proyectos de investigación en desarrollo tecnológico.
2. Ausencia de eslabones institucionales u organizaciones de articulación entre la investigación básica y la investigación aplicada, así como las necesidades sociales de su entorno inmediato.
3. Escaso impacto de los resultados de las investigaciones.
4. Baja productividad en algunas de las unidades de investigación. La publicación de resultados sigue siendo escasa, a pesar de que se ha incrementado notablemente, con respecto a años anteriores.
5. Insuficiente normatividad para la prestación de servicios científicos y tecnológicos; con un amplio predominio de las relaciones individuales sobre las institucionales.
6. Insuficiente espacio y canales de difusión de los resultados de la investigación.

Todos los problemas no son aislados, confluyen unos con otros e inciden en uno central, que es el de la calidad y utilidad de la investigación. Cualquier evaluación supone juicios de valor que permiten identificar la discrepancia entre una realidad analizada y lo que debería ser, de acuerdo a un modelo normativo previamente establecido; con el fin de obtener información útil para la toma de decisiones relacionadas con el cambio, reorientación o mejoría de una situación dada. Sin embargo, existen diferentes tipos y modelos de evaluación que pueden ser aplicados según el objeto de evaluación o los sujetos evaluadores, por lo que todo proceso de evaluación debe definir su modelo, ya que a partir de éste se establecerán las categorías de análisis y características del mismo [OCDE 1996-2].

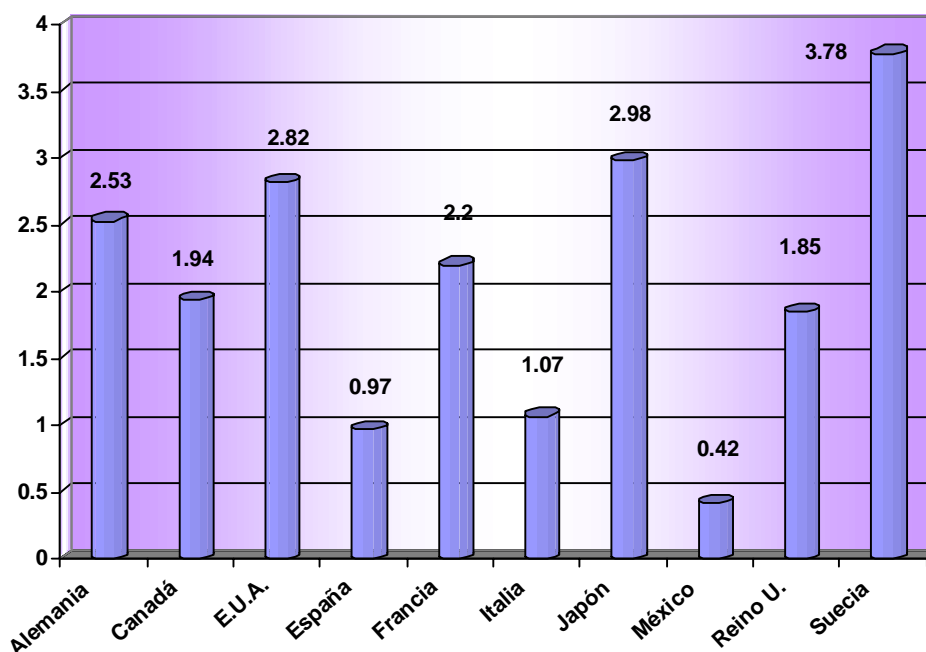
La evaluación debe contemplarse como un proceso integral, permanente, continuo y participativo cuyas funciones son:

- ◇ *Diagnosticar para conocer la incidencia social de los objetivos establecidos y el avance respecto a los mismos.*
- ◇ *Medir la eficacia, eficiencia e impacto de las acciones realizadas.*
- ◇ *Innovar a partir del conocimiento y análisis de la situación, tomando como base la información recabada.*

La evaluación de la investigación científica, humanística y tecnológica debe estar orientada prioritariamente a elevar los niveles de calidad de la misma en todas las áreas del conocimiento [Tamayo 1990]. Lo anterior implica la definición de criterios cuantitativos y cualitativos que permitan en primera instancia estimar y medir la calidad de la investigación, tarea que deberán efectuar los grupos de investigadores de las IES.

A fin de analizar adecuadamente el proceso de la investigación en México y su evaluación, es importante citar algunos de los indicadores presentados por el CONACYT [2003]:

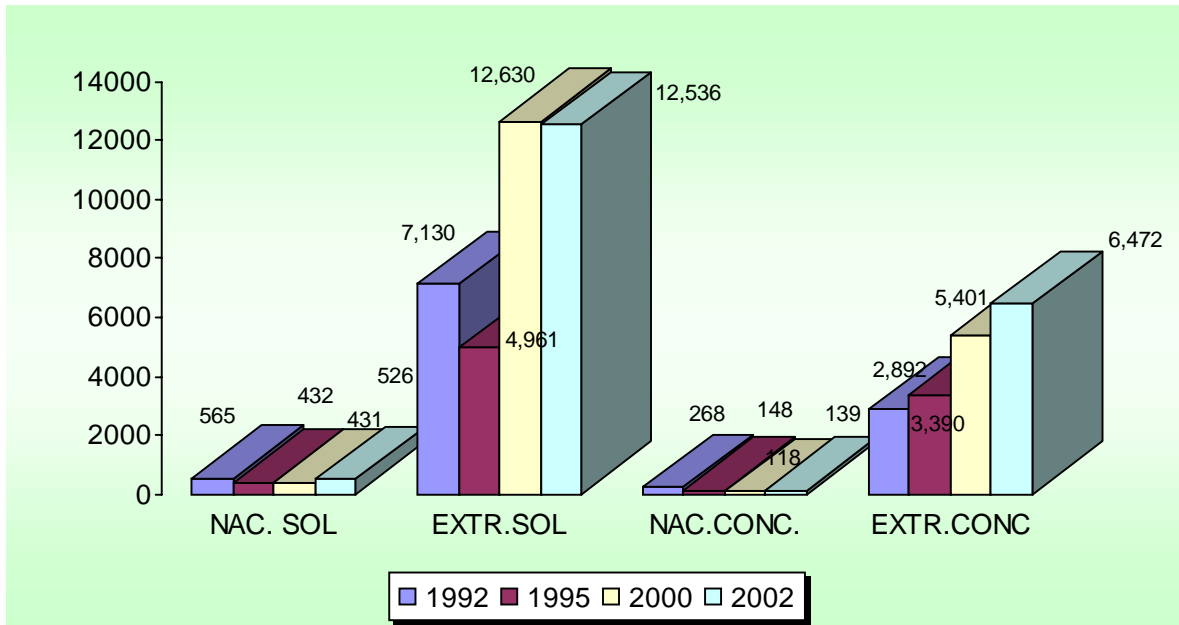
GRÁFICA V.1 GIDE POR PAÍS CON RESPECTO AL PIB. 2000



FUENTE: [CONACYT 2003-2]

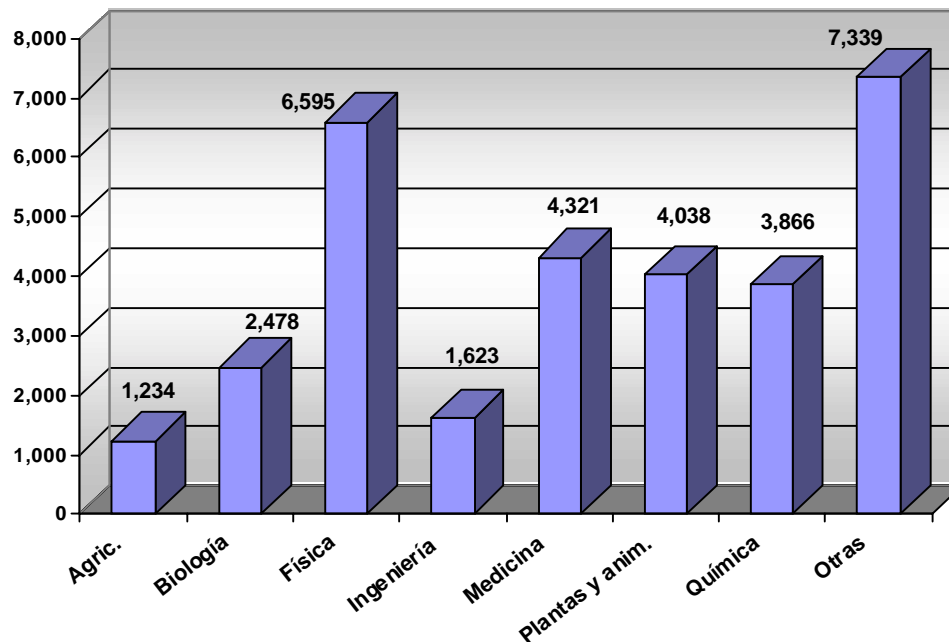
De la gráfica V.1, se aprecia el limitado apoyo en nuestro país, a través del Gasto Interno en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), con respecto al Producto Interno Bruto, lo cual se refleja necesariamente en adquisición de equipo, contratación de personal especializado y presupuesto de operación de los proyectos de investigación, entre otros factores no menos importantes. La limitación en los alcances de las investigaciones está condicionada por estos escasos recursos económicos y explica la dificultad para consolidar y garantizar su sobrevivencia de grupos de investigación en áreas estratégicas de interés nacional.

GRÁFICA V.2 PATENTES SOLICITADAS Y CONCEDIDAS EN MÉXICO. 1992- 2002



FUENTE: IMPI. BASE DE DATOS DE PATENTES 2002

GRÁFICA V.3 ARTÍCULOS PUBLICADOS POR CIENTÍFICOS MEXICANOS POR DISCIPLINA. 2002

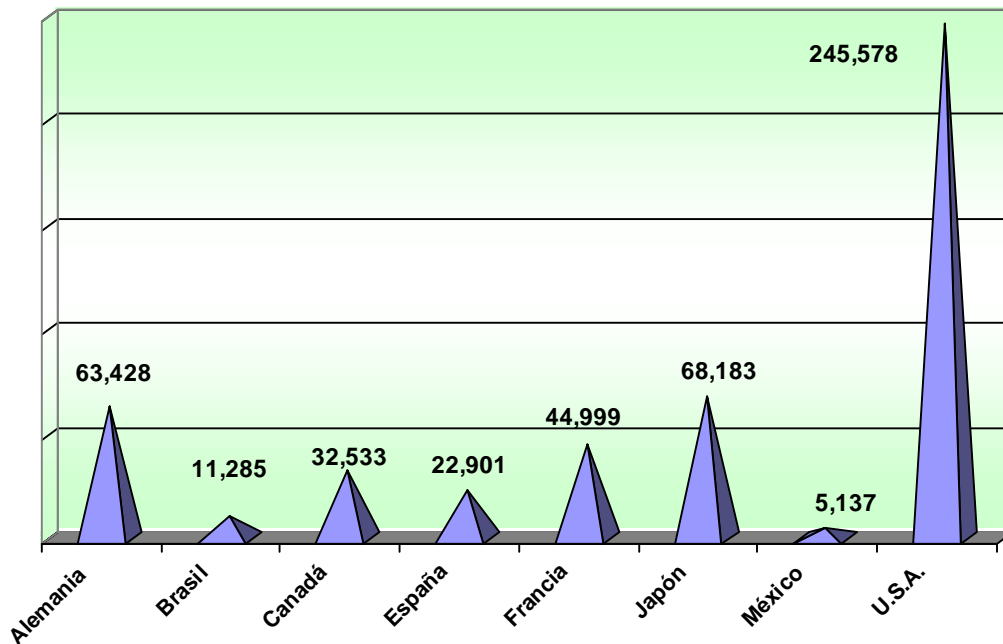


FUENTE: INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION, 2002

El número de patentes solicitadas y otorgadas son un indicador del nivel de productividad que han alcanzado los grupos de investigación en un país y su posibilidad concreta de competencia frente a grupos de otros países. La gráfica V.2 muestra la realidad nacional y es congruente con la crisis económica, educativa y específicamente de la investigación y desarrollo experimental que está afectando al país completo y dañando a los sectores productivos, eliminando la micro y mediana empresa, permitiendo la consolidación de las grandes transnacionales que poseen sus propios grupos de investigación.

En la gráfica V.3 se aprecia la limitada capacidad de generar publicaciones en el área de ingeniería. Si bien es cierto que otras disciplinas permiten por su naturaleza, producir un número importante de publicaciones sin requerir una gran infraestructura en laboratorios y equipamiento para actividades experimentales, también es un factor limitante importante, que al desarrollar trabajos para el sector privado y en ocasiones para organismos dependientes del estado, se aplican cláusulas de confidencialidad que impiden la publicación de los resultados. Sin embargo, se requiere realizar trabajos con calidad y competir en los foros especializados para obtener la publicación, así como generar los foros alternativos necesarios de alto nivel, para publicar los resultados de trabajos de investigación y desarrollo experimental relevantes.

GRÁFICA V.4 ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS POR PAÍS. 2002



FUENTE: INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION 2002

La diferencia en productividad de publicaciones, con países desarrollados es muy grande, sin embargo países en desarrollo, como Brasil, han logrado incorporarse a esta competencia de productividad con mayor éxito que México, aún cuando por razones de organización, recursos económicos y cantidad y calidad de recursos humanos, todavía distan mucho de lograr una real proximidad a las estadísticas de los países desarrollados.

México generalmente se ubica en los últimos lugares de productividad científica de los países miembros de la OCDE [2004], lo cual implica que nuestro país no debería pertenecer a esta organización, sin menoscabo de cumplir los acuerdos declarados al interior de la misma, pero con los beneficios de apoyos internacionales dirigidos a países en vías de desarrollo y con problemas de infraestructura, económicos, sociales, de salud y educativos, característicos de un país no desarrollado.

V.2 LA EVALUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN EL IPN

En el IPN, se ha elaborado una serie de criterios básicos para la evaluación de los programas y proyectos de investigación que cada año se presentan en el marco de la convocatoria respectiva y que a continuación se enuncian:

➤ Calidad Académica de la Propuesta de Investigación

Viabilidad de cada uno de los proyectos; congruencia entre los mismos y la especialidad de la unidad responsable, alcance definido del propio proyecto; objetividad en el planteamiento de las investigaciones en su conjunto; relación precisa entre objetivos, actividades, presupuesto y resultados esperados.

➤ Calidad del Grupo de Investigación

Experiencia en trabajos de investigación, respaldada por una formación académica relacionada con el tema de investigación propuesto y por una productividad de investigación individual y grupal consistente y sólida, en los últimos tres años.

➤ Expectativas de Desarrollo del Programa por Unidad Responsable

Identificación de los alcances del programa a corto, mediano y largo plazos, a través de la relación y coherencia entre los proyectos que lo integran y el aprovechamiento de los productos parciales y finales de cada uno de ellos, en función del programa en su conjunto.

➤ Congruencia con las Políticas de Investigación

Se apoyan privilegiadamente aquellos proyectos integrados por investigadores que sean miembros de Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y que formen parte de la planta docente de los programas de posgrado que hayan sido dictaminados en forma positiva o condicionada por el CONACyT en su padrón de posgrados de excelencia. Así mismo, se otorga apoyo especial a los grupos de investigadores que han obtenido financiamiento externo de organismos privados o públicos tales como CONACyT, CONABIO, gobiernos estatales y municipales, empresas estatales, paraestatales y privadas, etc.

Los proyectos recurrentes (registrados el año inmediato anterior) deberán mostrar avances concretos de investigación y resultados parciales, que justifiquen su continuidad para el siguiente período, así como su relación con los otros proyectos nuevos y recurrentes que en conjunto integran el programa. La evaluación técnica que se realice por medio del comité dictaminador, es de vital importancia para lograr la aceptación del proyecto.

V.3 INDICADORES

En este contexto de la evaluación de la investigación, es importante mencionar los procesos de evaluación que ha venido afinando el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), así como los criterios para valorar la calidad de la productividad de los miembros adscritos a este sistema, los cuales se pueden consultar en la página electrónica del CONACyT. De las diferentes funciones que se desempeñan dentro de la educación superior, la investigación es

tradicionalmente la más evaluada. Sin embargo, la revisión del trabajo de investigación inicia una nueva dinámica a partir de los años ochenta, donde cobraron particular interés los indicadores.

Cuenin [1987] menciona que existen tres tipos de indicadores: simples, de desempeño y muy generales:

- ❖ Aquella información que se expresa generalmente en la forma de número absoluto y cuyo propósito es proveer una descripción neutral de una situación o proceso, constituye un indicador simple.
- ❖ Un indicador de desempeño difiere del anterior, porque implica un punto de referencia que puede ser un estándar, un objetivo o una situación comparable. Por esta razón los indicadores de desempeño son relativos y no absolutos.
- ❖ Los indicadores muy generales provienen de fuentes externas a la institución y, en el sentido estricto del vocablo son opiniones, resultados de encuestas o datos estadísticos generales. Sin embargo se tratan como indicadores porque muchas veces se utilizan en la toma de decisiones.

Comas [1998] describe las dificultades que plantea el uso de los indicadores cuantitativos o simples para la interpretación de la información, de la siguiente manera:

- ❖ No define el perfil de los hechos decisivos
- ❖ Todo significado de un hecho importante no necesariamente aparece inmediatamente, y la identificación de la calidad requiere a menudo de la perspectiva histórica.
- ❖ Aún estamos lejos de resolver el problema metodológico de cómo determinar la calidad de una disciplina

Así mismo define las limitaciones en los procesos de autoevaluación:

- ❖ Deficiente fundamentación de las variables, criterios e indicadores, en las diferentes guías de evaluación aplicadas.
- ❖ Carencia de metodología, criterios y de elementos de interpretación de la realidad institucional que permitan trascender el dato o indicador cuantitativo en juicio valorativo.
- ❖ Falta una visión diacrónica en la evaluación que tome en cuenta el proceso de desarrollo institucional.
- ❖ Débil articulación del proceso de evaluación con el proyecto de desarrollo institucional.
- ❖ Falta de vinculación de la evaluación con la planeación y la presupuestación en muchas universidades.
- ❖ En relación con los responsables de aplicar las guías, se observa que suponen que los resultados que se patentizan en el informe final estarán ligados al futuro financiamiento de la universidad.

Considerando las observaciones anteriores y la necesidad de adaptar los términos a una realidad nacional que requiere una descripción objetiva de las características de las instituciones universitarias Comas propone el término “descriptor”. El dato descriptor es válido en tanto y en cuanto se pueda asociar con otros descriptores y revela únicamente aquellos hechos que describen el comportamiento de una institución tales como el número de alumnos de nuevo ingreso, el tamaño de la planta académica, el número de programas o carreras

(según corresponda el análisis), etc., pero poco podemos extraer de un descriptor sobre los valores de la institución.

Estos valores institucionales comienzan a mostrarse a partir de la interacción de varios descriptores y ante la necesidad de ir realizando cortes de información cada vez más específicos. En tanto que los trazadores van más allá de una característica numérica y singular para trascender de un espacio funcional, de la docencia por ejemplo a la investigación y viceversa, con el objeto de aportar un dato que pueda asociarse a la energía de la institución en el manejo y operación de sus funciones sustantivas, docencia, investigación y difusión de la cultura. Comas [1998] propone el siguiente cuadro para definir indicadores de la función investigación, en función de elementos trazadores y descriptores:

TABLA V.1 INDICADORES DE LA FUNCIÓN INVESTIGACIÓN

FACTORES	CRITERIOS	INDICADORES	+T	++D
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	Extensión y equilibrio de la líneas de investigación	a) Ubicación de los centros, institutos y programas formales de investigación b) Definición y adecuación en líneas de investigación		*
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	Cobertura y congruencia de los proyectos de investigación Vinculación social de los proyectos de investigación	a) Relación entre investigación básica y aplicada b) Distribución de proyectos por áreas de conocimiento c) Atención a los problemas prioritarios para el desarrollo a) Proporción de proyectos de investigación resultado de convenios de colaboración con instituciones y sectores externos	*	*
PLANTA DE INVESTIGADORES	Suficiencia y adecuación de la planta de investigadores	a) Densidad de investigadores b) Nivel académico de los investigadores c) Distribución de los investigadores por áreas del conocimiento d) Nivel de participación en el Sistema Nacional de Investigadores	*	*
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	Productividad de la investigación	a) Proporción de proyectos terminados, publicados y financiados por fuentes externas en relación a los iniciados b) Proporción de investigaciones concluidas que se orientan a la solución de problemas prioritarios para el desarrollo	*	
VINCULACIÓN DOCENCIA-INVESTIGACIÓN	Cobertura de la relación docencia – investigación Impacto de la investigación en los programas docentes	a) Grado de incorporación de los alumnos de licenciatura y posgrado en los proyectos formales de investigación b) Proporción de tesis de licenciatura realizadas en el marco de los programas formales de investigación de la institución c) Proporción de programas de posgrado que tienen como eje articulador a la investigación a) Nivel de contribución de la investigación institucional en el desarrollo educativo		*
TOTAL: 5	TOTAL : 7	TOTAL: 16	T:8	T:8

+T = TRAZADORES ++D = DESCRIPTORES

La descripción de una actividad y la asociación de los descriptores, primero entre sí y luego con un elemento trazador, nos llevará al concepto de indicador. Esa interacción permitirá darle representatividad a la información que el indicador así construido y, al mismo tiempo, aportará un dato con amplias posibilidades de asociarse con un juicio valorativo, tanto acerca de alguna de las funciones universitarias como de la misma institución.

Se considera que la propuesta de indicadores para la función investigación de Comas [1998], es adecuada para aplicarla en la investigación hidráulica, debido a los factores y criterios que involucra. Considerando que muchos de los efectos adversos y la inadecuada aplicación de los indicadores se derivan del uso indiscriminado de los mismos y de una significación incierta construida desde espacios externos, o ajenos a la vida de las universidades, se propone que, las instancias de evaluación de las instituciones universitarias definan primero, los elementos que contribuyen a describir la institución, las fortalezas y su forma adecuada de reportarlas y lo más importante, cómo construir un indicador, que a partir de las asociaciones múltiples proporcione una imagen certera de la situación y desafíos que afronta la institución. Los valores que se agregan a los procedimientos de complementación e interrelación entre descriptores y trazadores pueden permitir diseñar los indicadores específicos de una institución e iniciar, un modo de contraste que, a partir de la localización de elementos idénticos, permita ubicar y/o jerarquizar en varias instituciones una misma función, en este caso la investigación. Finalmente, la operación conjunta de descriptores y trazadores institucionales pueden orientar el desarrollo que una institución pueda plantearse, a través de la planeación estratégica y auxiliar en la definición de unidades de análisis y operación menor, tales como departamentos o áreas, para revisar críticamente su desempeño en la investigación, diseñando y construyendo alternativas correctivas e innovadoras.

Las Convocatorias 2001-2002 y 2003-2004 del Programa Nacional de Posgrado (PNP) y del Programa integral de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP) que emitió el CONACYT en octubre del 2001 y del 2003 respectivamente, contienen una metodología de trabajo muy similar a la que se ha descrito, aplicándola específicamente para la evaluación de los programas de posgrado nacionales, su interrelación con la investigación y la productividad científica de los docentes- investigadores.

V.4 EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADO

Es indispensable comentar, como elemento complementario de la evaluación de la investigación, la evaluación del posgrado, ambas poseen elementos comunes y puntos de coincidencia, cuando están interrelacionadas adecuadamente [SEP 1991-2].

El CONACYT informó [CONACYT 2002] que aproximadamente el 85% de los posgrados que se imparten en las instituciones de educación superior (incluye al nivel posgrado) de nuestro país, tanto públicas como privadas, resultó "reprobado" en la evaluación que realizó el propio CONACYT durante el ciclo 2001-2002, debido a que, de los 4276 programas existentes en este nivel, solo 654 cuentan con estándares de calidad. De acuerdo con los resultados del Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional [CONACYT 2002], de los 2617 programas de maestría que se cursan actualmente, sólo 16% son de calidad (413), en tanto que los 485 de doctorado, únicamente 46% (225) cumplen con los niveles de exigencia requeridos. La situación en las especialidades es más grave, debido a que de los 1174 programas existentes, sólo el 1% (16) satisfacen los requisitos establecidos por CONACYT. El análisis por áreas del conocimiento, ingeniería y ciencias sociales son las que cuentan con un mayor número de programas de calidad, quedando en segundo lugar biología, química,

física, matemáticas y ciencias de la tierra, quedando al final medicina, ciencias de la salud y humanidades. Por regiones, el Distrito Federal cuenta con la mayoría de los programas de excelencia en siete áreas, mientras que en 14 estados no existe un solo posgrado en las universidades que cuente con los estándares requeridos.

El propósito de cualquier iniciativa de evaluación de un programa de posgrado debe ser mantener y mejorar la calidad de sus egresados y para lograrlo, mantener y mejorar la calidad de los procesos académicos a través de los cuales se ofrece una formación de nivel avanzado [Cruz 1997]. El mejoramiento de la calidad se entiende como un proceso permanente de búsqueda de la excelencia. Por excelencia entenderemos a la más alta calidad de sus alumnos y profesores y a la pertinencia de los planes de formación y sistemas de apoyo académico y administrativo.

Específicamente hablando del indicador referente a la eficiencia terminal, encontramos que son diversas las estrategias para estudiar el seguimiento generacional y los flujos escolares, pero son muy escasos los trabajos preocupados en analizar las dimensiones reales del problema, no solo de eficiencia terminal, sino de rendimiento, rezago, deserción o abandono, ya sea temporal o definitivo, así como también son escasos los estudios realizados que propongan acciones concretas para prevenir o disminuir los fenómenos mencionados [Romo 2003]. La eficiencia terminal, llamada también tasa de egreso [Rodríguez 1989], es construida con base en una proporción aritmética en donde se combinan valores de ingreso y egreso o graduación de una determinada población escolar, con periodos de tiempo que corresponden a la duración legal de un nivel o ciclo escolar, también definidos.

$$E_t = (E_i t_0 / I_{t-x}) k$$

Donde:

$E_i t_0$ = Número de egresados o graduados del ciclo i en el año t_0 (final del ciclo escolar)

I_{t-x} = Número de primeros ingresos del ciclo escolar i en el año $t-x$ (inicio del ciclo escolar)

K = Constante (normalmente 100)

La obtención de indicadores de eficiencia terminal constituye la herramienta más común en el ejercicio de medición de la productividad en el sistema educativo en todos sus niveles [Romo 2003], sin embargo la eficiencia terminal es una variable por sí sola, muy limitada para asegurar la calidad de los posgrados. [Blanco et al 2000] propone análisis alternativos al índice de eficiencia terminal.

De la literatura especializada destaca la metodología propuesta por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado [Cruz 1999], en la cual se identifican ocho variables que pueden ser objeto de evaluación:

- Alumnos
- Egresados
- Profesores
- Currículo
- Administración
- Entorno Institucional
- Impacto Social
- Evaluación

En el Anexo E (Tabla E.1), se precisan las variables identificadas por la Asociación Universitaria Iberoamericana, los elementos más relevantes de cada variable, los aspectos que se deben considerar en cada elemento, los indicadores o sus fuentes y los criterios a partir de los cuales se espera que se puedan emitir los juicios evaluativos. Esta metodología se considera una de las más completas y se sugiere adaptarla a la realidad nacional y de cada institución que imparta programas en el nivel posgrado.

La referencia inmediata para evaluar un programa de posgrado, debe ser la metodología de evaluación que definió el CONACYT a través de las Convocatorias citadas. Es importante mencionar, que destaca el compromiso que el CONACYT solicita al rector o director general de cada institución para fortalecer los posgrados y definir estrategias de consolidación y dar cumplimiento, en un plazo establecido, a los requisitos del CONACYT para acreditar a los programas como posgrados de calidad a través de su registro en el Padrón Nacional de Posgrado. Para poseer un grupo sólido en investigación, este debe estar ligado a un posgrado de calidad que soporte una evaluación bajo los indicadores mencionados. El vínculo con alumnos y sus trabajos de tesis, retroalimenta el trabajo de grupo en investigación y genera los cuadros de nuevos recursos humanos que deberán dar continuidad a los trabajos de investigación iniciados, generándose así una memoria colectiva e institucional. La evaluación es una tarea permanente y el cumplimiento de los indicadores de impacto, ya sean de índole exclusivamente académico o de beneficio para la sociedad, dirigido hacia sus diferentes sectores, se hace improrrogable. La acreditación, entendida bajo cualquiera de sus diferentes acepciones, apunta hacia un esquema de calidad, entendido como la adecuada realización de las diferentes actividades que integran un proceso y su revisión y mejora continua.

RESULTADOS Y PROPUESTA

Las instituciones nacionales de educación superior tienen un amplio potencial para instrumentar medidas que permitan una consistente vinculación del sistema científico y tecnológico con el aparato productivo y, justo en la medida en que la interacción entre los sectores educativo e industrial sea dinámica y permanente, será posible contribuir al logro de los objetivos nacionales de empleo, competitividad y desarrollo.

Específicamente en el IPN, en los *Programas de Desarrollo Institucional (PDI) 1995-2000 y 2001-2006*, se planteó como una de las principales estrategias el fortalecimiento de la vinculación con los sectores productivo, social y educativo. Bajo este esquema, el IPN está intentando llevar a cabo un ambicioso Programa de Vinculación que opere en áreas y acciones concretas, involucrando a todas las escuelas, centros y unidades en las que, previa detección de las demandas nacionales, regionales o locales, se puedan crear opciones de formación, investigación, innovación y transferencia de tecnologías pertinentes, sobre todo en áreas de ventaja para el mismo Instituto y en aquellas poco atendidas por instituciones pares o afines. Es necesario continuar sumando esfuerzos con el propósito de impulsar una nueva y más eficiente estrategia de vinculación en el ámbito nacional, que con largo alcance y la participación de todos los actores de este proceso, contribuya a satisfacer las expectativas de los sectores social y productivo sobre el papel que corresponde jugar a las instituciones de excelencia como el IPN.

En lo futuro deberá promoverse una eficiente estrategia de vinculación que trascienda su ámbito de acción y penetre en todos los sectores involucrados, lo cual sólo será posible si se continúa, con la capacidad de instrumentar, con pertinencia y calidad, proyectos y acciones concretas entre los distintos sectores, así como evaluarlos por medio de la referencia con indicadores nacionales e internacionales que permitan medir el grado de desempeño, para así retroalimentar la relación institucional con el aparato productivo, junto con la generación de nuevas formas de corresponsabilidad con todos los elementos comprometidos con el desarrollo nacional.

Para coadyuvar al desarrollo nacional es necesario construir una relación interactiva y de retroalimentación entre ciencia, técnica y sector productivo, por lo que es importante que toda estrategia de vinculación y colaboración parta, necesariamente, de una estrecha comunicación entre la investigación básica y aplicada, tomando en consideración sus vertientes de producción de conocimientos, transmisión académica, difusión y extensión.

Es necesario el establecimiento de un modelo de evaluación de la investigación, en el ámbito nacional, regional e institucional, integrando recursos humanos calificados, sistemas de información eficientes y procesos técnicos bien establecidos.

De las diferentes funciones que se desempeñan dentro de la educación superior y de posgrado, la investigación es tradicionalmente la más evaluada. Sin embargo, la revisión del trabajo de investigación entra en una nueva dinámica a partir de los años ochenta, donde cobraron particular interés los indicadores.

Sin embargo, los indicadores de publicaciones y citas solamente se pueden aplicar a la investigación pura, puesto que la investigación aplicada tiene un perfil de publicaciones

distinto. El análisis de publicaciones y citas no es útil para revisar la calidad en sí, solo nos proporciona una idea general del impacto.

Otro factor a considerar es la situación económica. Este aspecto se relaciona con las limitaciones de los presupuestos gubernamentales, pero también con el desarrollo de la educación superior y de posgrado, marcado por el crecimiento de la matrícula y la diversificación de campos del conocimiento.

Por otro lado, este tipo de racionalización administrativa, implica la intolerancia hacia la ambigüedad, y la introducción de la toma de decisiones basada en criterios objetivos, cuantificables, comparables y fácilmente entendibles para el hacedor de políticas. Frente a la creciente frustración de pagar fondos escasos para proyectos inciertos a largo plazo, crece la atracción de las fórmulas que prometen evaluar la calidad en el corto y mediano plazo.

Estos factores agregan nuevos aspectos a la discusión de los indicadores para la investigación. Los fondos para esta actividad siempre han sido determinados socialmente pero, a riesgo de presentar una interpretación demasiado simple, en la asignación sólo existían dos cuestiones básicas: la primera pregunta era si los proyectos producían buena ciencia, bajo la óptica de los científicos de alto prestigio en las ciencias puras; y la segunda era si producían productos valiosos, bajo el esquema de las agencias financieras y empresas, sobre todo en el campo de las ciencias aplicadas.

Analizar los efectos de indicadores implica revisar los indicadores, pero en combinación con las políticas. Los indicadores no son mediciones neutrales, sino señales que moldean los campos de conocimiento y el comportamiento de los individuos. En este sentido, los indicadores pueden haber permanecido iguales durante décadas, pero su uso ha cambiado sustancialmente y, por lo tanto, cambiaron los efectos. Durante las últimas décadas, podemos observar importantes cambios en el uso de la evaluación de la investigación científica. Un primer cambio se refiere a los usuarios de la información generada. Los cambios epistemológicos, económicos y políticos que señalamos antes, han llevado a que crecientemente el gobierno o agencias financieras manejan los datos para definir sus políticas hacia la investigación. Como efecto, cobra fuerza la evaluación informal e interna de los investigadores. En relación con lo anterior, un segundo cambio es que estas decisiones no sólo influyen sobre los prestigios, como era tradicionalmente el caso, sino sobre la sobrevivencia económica del investigador. Un tercer cambio es que se modificó el modelo deseable de la ciencia. Las políticas científicas gubernamentales, con un núcleo básico de indicadores, llevan implícita la suposición de que los científicos se desempeñan en ámbitos parecidos y en condiciones de apoyo que se dan por descontadas. El supuesto ha sido de ofrecer incentivos típicos de la ciencia internacional a los individuos y grupos científicos, esperando que se adapten a la nueva estructura de oportunidades.

En el caso mexicano, la situación se parece más a la de los países europeos, tradicionalmente marcados por el apoyo centralizado del gobierno. En efecto, el sistema mexicano depende crecientemente de una sola fuente de finanzas, que es el CONACYT, ahora en colaboración con las secretarías de estado y los gobiernos estatales. En este caso, el apoyo a la investigación se concentra en un círculo pequeño de investigadores reconocidos, un círculo que no logra ampliarse si consideramos que el número de miembros del Sistema Nacional de Investigadores se mantuvo del orden de los seis mil durante los años noventa.

En términos generales, los indicadores de productividad ligados a las políticas financieras gubernamentales, las cuales se caracterizan por la escasez de fondos, han producido así una creciente concentración de la investigación en aquellos centros mejor calificados según los indicadores. La apuesta ha estado en apoyar a lo que prometa mejores resultados, pero esta apuesta parece dejar fuera a la innovación. Vale la pena reflexionar sobre la posibilidad y la conveniencia de apoyar a lo consolidado e innovar al mismo tiempo. Inclusive, debemos imaginar en que sentido podemos ampliar o cambiar los sistemas de evaluación para alimentar la innovación.

Las formas de evaluación y sus correspondientes efectos hasta aquí planteados se limitan a un solo tipo: la revisión del desempeño de individuos o, cuando más, equipos de investigación. Es importante contemplar un aspecto más complicado, preguntándonos cuáles serían los indicadores apropiados para fines del desarrollo institucional o nacional. Es decir, el tipo de indicadores que necesitamos para impulsar a la investigación.

Sistemas como el SNI presuponen que todos operan bajo condiciones iguales. Sin embargo sabemos que los investigadores mexicanos trabajan bajo otras circunstancias que sus homólogos norteamericanos, y que al interior de la república mexicana hay una inmensidad de condiciones institucionales. Por ejemplo tenemos que, publicar en una revista en el idioma inglés de circulación internacional implica no sólo grados de dificultad distintos por el idioma, sino desigualdades por el acceso a las redes formales e informales que rodean cada revista. A su vez, al interior del país, trabajar en la UNAM o el IPN, es diferente que trabajar en la UAP, aunque sea únicamente porque la Coordinación de Humanidades de la UNAM edita más libros que la Universidad Autónoma de Puebla en su conjunto, con lo cual incrementa mucho la posibilidad de que un investigador de la UNAM publicará sus aportaciones.

Incluir las condiciones de trabajo implica complicar los esquemas relativamente sencillos del CONACyT y del SNI, pero es necesario, si se quiere tener una idea más realista de la investigación científica, y si se desea impulsar el desarrollo de esta función en las universidades.

Analizar la investigación desde esta perspectiva implica revisar aspectos como las capacidades institucionales y disciplinarias en diferentes campos, propulsar la creación de masas críticas, revisar los procesos de formación y socialización, y pensar en los diferentes roles que ejercen los investigadores.

Algunos de los aspectos más relevantes a revisar críticamente en cada institución podrían ser los siguientes: La existencia y el tamaño de grupos de investigación, a diferencia de individuos reconocidos como investigadores; el salario y las percepciones de los investigadores frente a otros sectores internos (funcionarios académicos) o externos (profesionistas). El tipo de actividades desarrolladas realmente por cada investigador, a diferencia de la imagen idealizada del investigador. Las condiciones de infraestructura, como las computadoras, libros, laboratorios, revistas, el espacio físico, incluyendo factores como la calidad del mismo y sus necesidades de mantenimiento. La duración de los trámites en la institución, y la efectividad de las gestiones para obtener apoyo. La existencia real de los posgrados que efectivamente forman para la investigación, y su relación real con los proyectos de investigación. La existencia y el número de revistas mexicanas en cada campo de conocimiento, reconocidas por el CONACyT como de excelencia. Porcentaje del

presupuesto institucional dedicado a la investigación, sin incluir sueldos. La existencia y factibilidad de una política institucional de investigación.

La lista de indicadores se podría extender más, por supuesto. Deberíamos insistir y seguir preguntando sobre cuantos fondos existen para la investigación, y cual es la posibilidad para un investigador de obtener fondos para su proyecto. Podemos pensar igualmente en el número de publicaciones, pero considerar su importancia a la luz del número de libros leídos anualmente por mexicano, o por el académico mexicano promedio.

Sin embargo se debe manejar como argumento central de una propuesta, en indicadores que no sólo reflejen la productividad individual, haciendo abstracción de las condiciones de trabajo, sino en indicadores que reflejen la situación dentro de la cual los investigadores desarrollen su trabajo. Es decir, sólo cuando los investigadores mexicanos trabajen en condiciones parecidas a las de sus colegas en otros países, podemos esperar que lleguen a productos parecidos, en la conciencia que no solo es cuestión de apoyos económicos, porque importa la filosofía de trabajo de grupo y los objetivos comunes.

Considerando lo anteriormente citado, se presenta la necesidad de cambiar el enfoque del uso de indicadores. Implica cambiar hacia un sistema de mejoramiento, en vez de un sistema que solamente nos permite constatar y premiar, así como cambiar la perspectiva hacia una evaluación de grupos y condiciones institucionales, en vez de la revisión de individuos.

Particularmente en el Instituto Politécnico Nacional, se requiere la implementación de un programa de seguimiento y vinculación para los programas y proyectos de investigación registrados, mediante el cual se estimule la eficiencia terminal de los mismos y se transfieran los resultados a los usuarios, por medio de una eficiente gestión tecnológica. Debe considerarse la importancia de organizar eventos científicos institucionales que permitan a los investigadores mostrar sus avances ante la comunidad politécnica, así como ante líderes industriales y del sector social, con el propósito de promover los resultados de las investigaciones y mostrar el potencial del IPN. El IPN deberá continuar con sus políticas de integración de grupos de investigadores por especialidad, asignándoles apoyos preferenciales, con el propósito de atender a sus necesidades mínimas de infraestructura y así poder ofrecer una respuesta eficiente, oportuna y de calidad ante las necesidades de los diferentes sectores que integran nuestro país y que esperan una pronta respuesta de las universidades y centros de investigación nacionales, con el objeto de minimizar la dependencia tecnológica actual.

En este marco de referencia nacional e institucional, surge la necesidad de definir una propuesta concreta de líneas de investigación, que considere las fortalezas y debilidades que poseemos como nación, considerando las tendencias del área hidráulica en el marco internacional.

La OCDE [1998] presentó, las siguientes recomendaciones relacionadas con la gestión integral de los recursos hídricos:

- Insistir en la búsqueda de medidas para reducir los riesgos a la salud por aguas contaminadas, particularmente en áreas rurales; ampliar acciones como el denominado "Programa Agua Limpia".

- Fortalecer el cumplimiento de las regulaciones de agua, concesiones y licencias, así como la recaudación de cuotas por extracción de agua y su contaminación.
- Concluir las reformas administrativas en los distritos de riego, de servicios municipales de agua y de descentralización de funciones a los estados.
- Insistir en la búsqueda de medidas para mejorar la eficiencia del uso del agua para riego y otros propósitos.
- Examinar las prioridades de la inversión pública en infraestructura hidráulica, y continuar el establecimiento de asociaciones público-privadas para financiar, construir y administrar servicios municipales de agua.
- Establecer claros criterios de desempeño y mecanismos de contabilidad para todos los servicios de agua.
- Establecer todos los consejos de Cuenca ya propuestos y habilitarlos para que se conviertan en poderosas agencias para la gestión de los recursos hidráulicos, por ejemplo, formular mecanismos que les permitan generar su propio financiamiento.

En el año 2003 la propia OCDE realizó la segunda evaluación del desempeño ambiental de nuestro país y realizó una serie de conclusiones y recomendaciones respecto a la gestión del agua, aire, de los suelos y de los residuos [OCDE 2003]. Cabe señalar que tres legislaciones nacionales han sido reformadas o promulgadas recientemente y buscan crear las condiciones favorables para avanzar en la solución de los problemas mencionados en las conclusiones, como es el caso de la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Desarrollo Forestal y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. En ellas se hace énfasis en la responsabilidad compartida pero diferenciada de los diversos actores y sectores sociales, en la protección de los recursos y la prevención de la contaminación de los mismos. A continuación se enuncian las conclusiones de la OCDE respecto al Desempeño de la Gestión del Agua en México en 2003:

- México avanzó sustancialmente hacia el logro de las metas que se fijó en el Plan Nacional Hidráulico 1995-2000.
- Las metas para proveer el acceso a la oferta de servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales fue ampliamente cumplida en zonas urbanas, aunque el desempeño de éstas fue limitado en las zonas rurales.
- Actualmente más del 95% del agua potable suministrada está desinfectada; en consecuencia, hubo una notable disminución de casos de enfermedades gastrointestinales y se erradicó el cólera.
- Se han logrado grandes avances en la descentralización de la gestión del agua; varios de los programas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) actualmente se administran a nivel estatal.
- Leyes estatales de agua han sido probadas en muchos estados y se han creado comisiones hidráulicas estatales.
- Del orden de los 25 Consejos de Cuenca están en operación.
- La administración de los distritos de riego ha sido transferida a asociaciones de usuarios, quienes tienen la responsabilidad financiera y de gestión con respecto a la operación y mantenimiento de sus sistemas de riego.
- Los derechos de extracción de agua y permisos de descarga de aguas residuales han sido registrados en un registro público, disponible en Internet.
- México ha mejorado sustancialmente sus sistemas de información del agua, grandes volúmenes de datos y documentos sobre el agua están disponibles.

- La participación de las partes involucradas en la gestión del agua se promueve activamente.

En complemento a estas fortalezas, se detectaron las siguientes debilidades:

- El uso de los recursos hídricos aún no es sustentable en nuestro país
- La inversión en infraestructura hidráulica, reportada como “baja” según los estándares de la OCDE, disminuyó en términos reales, durante la década de 1990. Actualmente se ubica a la mitad de la inversión que se hubiera requerido para alcanzar un escenario sustentable para el 2025.
- Del orden del 25% del agua residual urbana es tratada. Pocos organismos operadores de servicios públicos de aguas residuales cumplieron con el plazo previsto para el año 2000, para límites de descargas de efluentes (fijado en una norma en 1996); el resto fue sujeto de grandes multas.
- Las plantas de tratamiento a menudo están muy por debajo de las especificaciones de diseño.
- Las empresas de servicio público encuentran dificultades en hacer que los clientes paguen sus recibos de agua, con el resultado de que sus ingresos son demasiado bajos para mantener un buen servicio.
- La vigilancia del cumplimiento también es deficiente debido a la falta de recursos, y las normas no se respetan en su totalidad.
- Las pérdidas de agua por los sistemas de suministro de riego y agua potable, a pesar de las mejoras recientes, siguen siendo elevadas.
- El grado de sobreexplotación de las aguas subterráneas está en constante aumento.
- Los aspectos ecológicos de la calidad del agua han recibido limitada atención

Por la situación anterior, la OCDE ha elaborado una serie de recomendaciones, a fin de aprovechar las fortalezas y superar las debilidades. A continuación se menciona un resumen de las principales recomendaciones:

- Aumentar la inversión actual para el recurso agua, así como los esfuerzos para su gestión integral, a fin de cumplir con los objetivos a largo plazo de México para el 2025 y con las metas de Johannesburgo para el 2015, en lo concerniente al suministro de agua y alcantarillado, con la debida consideración a la población rural.
- Continuar con las propuestas actuales para aumentar el cumplimiento de los servicios públicos locales y de las industrias, de los límites de las aguas residuales y los plazos de la norma de 1996.
- Alentar a las empresas proveedoras del servicio de agua potable y de manejo de aguas residuales para que obtengan la certificación ISO para mejorar el funcionamiento operativo de las plantas de tratamiento.
- Continuar con los esfuerzos para mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura de riego, en particular el riego con aguas subterráneas; tomar medidas para detener la sobreexplotación de los mantos acuíferos.
- Desarrollar un mayor número de medidas de gestión de la demanda que estimulen el uso sustentable del agua y un mayor avance en la transición hacia la asignación de precios a los servicios del agua, al mismo tiempo que se atienden las necesidades especiales de la población de bajos recursos económicos.

- Fortalecer y desarrollar más un enfoque integral de manejo de cuencas tanto para mejorar la gestión de recursos hídricos y forestales como para proporcionar servicios relacionados con el medio ambiente de manera más eficiente.
- Reforzar las políticas actuales para aumentar la conciencia con respecto a la calidad del agua y para fomentar la participación de los interesados en el manejo de cuencas hidrológicas.
- Proporcionar mayor importancia a la protección de los ecosistemas acuáticos en la gestión del agua (ríos, lagos, estuarios, deltas y humedales)

En otro orden de ideas, un ejemplo importante que hay que destacar, es la propuesta de líneas de investigación, en aspectos hidrológicos de Collado [1990], que se muestra en el anexo F (tablas F.1 y F.2). Propuesta que sigue siendo vigente para entender la problemática nacional hidrológica y sus alternativas de solución.

Con base en el análisis de la situación nacional e internacional de los recursos hídricos, así como de las recomendaciones y acuerdos de las diferentes agencias internacionales; con el apoyo de las bases de datos elaboradas a través de esta tesis, mediante las cuales se identificó a las instituciones y al personal que realizan investigación en el ámbito hidráulico y la planta docente que participa en la impartición de cursos de posgrado, se identificaron como prioritarios los siguientes temas de investigación en hidráulica:

RYP. 1 IDENTIFICACIÓN DE TEMAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PRIORITARIOS

Destacan por su importancia los temas que se enuncian, mismos que se han seleccionado y que se proponen como un producto de la investigación realizada a través de esta tesis. Deberán atenderse de manera decidida, a nivel nacional, por todos aquellos grupos que realizan investigación hidráulica en colaboración con otras instituciones nacionales y extranjeras, que proporcionen el complemento necesario en lo que respecta a recursos humanos e infraestructura física. A continuación se describe y analiza el panorama que justifica la necesidad de establecer estas temáticas de investigación con sus respectivas líneas de investigación:

A) Investigación básica

La mecánica de fluidos dentro de las investigaciones hidráulicas incluye trabajos de transporte y mezclado en flujos turbulentos. Los flujos de frontera o capa límite, son generalmente irregulares y son formados por el flujo mismo. Estos son caracterizados por altas rugosidades y agitaciones, las cuales provocan y permiten la separación del flujo y la aparición de capas en el propio flujo. Las investigaciones incluyen flujos estratificados y flujos en fluidos rotatorios, donde a grandes escalas, la rotación de la Tierra se considera un elemento relevante. El principal problema en mecánica de fluidos, en el contexto de la ingeniería hidráulica, es la transición entre la escala microscópica, descrita por las ecuaciones de Navier – Stokes, y las grandes escalas para las aplicaciones en ingeniería. Debido a la dificultad de interpretar esta transición, el campo de trabajo es abundante. Algunos de estos problemas descritos por la literatura [IAHR 1999], se mencionan a continuación.

➤ Turbulencia

Muchos de los problemas de la turbulencia de flujos, relacionando las características instantáneas de los flujos, a las funciones de las fuerzas de los flujos y a las condiciones de capa límite, están sin resolver. Los métodos más utilizados son empíricos y estadísticos. El concepto de estructuras coherentes es una alternativa aproximada, la cual se limita a la descripción de movimientos típicos instantáneos dentro del flujo turbulento.

Los análisis de estabilidad para flujos no turbulentos con valores pequeños del Número de Reynolds, necesitan ser realizados para aprender más acerca de flujos que fallan (breakdown) y sobre la generación de turbulencia. La estabilidad de flujos con un Número de Reynolds alto, debe ser analizada para aprender más acerca de la formación de estructuras coherentes y flujos secundarios, que afectan significativamente en las aplicaciones de los sistemas de ingeniería. El inicio de la turbulencia, la generación y mantenimiento de sistemas de flujos estratificados o rotatorios, son otros ejemplos de los problemas complejos a resolver. Las teorías del caos y de fractales, no obstante, que no se centran en un punto de la investigación hidráulica, quizás pueden auxiliar en la descripción de flujos a través de ecuaciones lineales.

➤ Flujos laminares de dos fases o flujos turbulentos

La formulación de ecuaciones dinámicas para, prácticamente todos los sistemas dispersos de dos fases, es empírica. Los verdaderos residuos dinámicos son desconocidos. Un problema de ingeniería hidráulica, que es clave, es el transporte de sedimentos. Los elementos de transporte de carga en suspensión y de carga por fondo en flujos turbulentos, necesitan ser estudiados y comprendidos a través de la investigación. Las actuales teorías hidráulicas están en gran disparidad con los datos válidos disponibles. Cada investigación bien conducida, en sistemas de flujos laminares, muestra comportamientos inesperados. Por ejemplo, una suspensión en un tanque de sedimentación puede exhibir la formación de sorpresivas olas semejantes a frentes. Las mezclas de alta concentración que muestran comportamientos de fluidos no Newtonianos, incluidas suspensiones, flujos con desechos o gran cantidad de sedimentos y deslizamientos de fango, representan otra dificultad a estudiar. Estas situaciones están relacionadas con la reología. Debido a su compleja termodinámica, los flujos con mezclas de gas- agua, causados por la introducción de aire a alta velocidad en estructuras hidráulicas o por flujos con cavitación, plantean problemas que requieren estudios de mayor amplitud y cobertura. Finalmente, en los flujos con bajo Número de Reynolds en medios porosos (flujos de Darcy), todavía está pendiente la elaboración de una explicación predictiva satisfactoria de sus propiedades macroscópicas, tales como la conductividad hidráulica.

➤ Fenómenos de transporte

Los procesos de transporte para cualquier material contenido en un flujo de agua, no han sido totalmente estudiados y por lo tanto comprendidos adecuadamente. Los fenómenos de mezcla de masas en un río o en una corriente costera, son de gran importancia en ingeniería, y estos procesos no están totalmente explicados. Conceptos tales como la amplitud de escala de los vórtices de difusión o dispersión hidrodinámica, no pueden ser rigurosamente descritos con las actuales matrices de propiedades de los fluidos o sólidos. La interpretación empírica prevalece nuevamente, a fin de solucionar los problemas de ingeniería.

Se requiere lograr avances de manera urgente, a fin de poseer herramientas para la solución de problemas de la ingeniería hidráulica moderna. Los problemas citados han generado una gran cantidad de afectaciones en la predicción del transporte y depósito de materiales, realizados por la naturaleza o en ambientes relacionados con el impacto de las obras de ingeniería. Los problemas de doble difusión es otro fenómeno que no ha tenido gran atención por los investigadores del ámbito hidráulico.

➤ Problemas de Interfase

La transición desde fases microscópicas a macroscópicas se vuelve especialmente difícil e intratable en sistemas límites o de frontera, llamados interfases. La interfase aire-agua sobre la superficie de cuerpos de agua, deja enigmas, especialmente en lo concerniente a la generación, desarrollo e inestabilidad del oleaje por viento. De forma similar, la interfase agua-sedimento en una corriente de fondo, separando flujos turbulentos de agua del comportamiento de medios granulares, no ha sido suficientemente descrito. Se requiere una aproximación sistemática, que concilie las técnicas de escalas con magnitud macroscópicas para describir procesos lejos de la interfase, con los procesos microscópicos que ocurren directamente en la interfase requerida. Los esfuerzos en olas rompientes y los esfuerzos internos en el oleaje, son otro problema de interfase que requiere atención.

➤ Problemas interdisciplinarios

Existe una gama muy amplia de problemas hidráulicos que trasciende a la aproximación únicamente mecánica, sobre todo para procesos de transporte. Por ejemplo, la compleja interacción de la mecánica del transporte de fluidos con transformaciones físicas, químicas o biológicas. Por lo anterior, nuevas disciplinas tales como la hidrodinámica físico-química, están desarrollándose y requieren la colaboración entre los grupos de investigación que trabajan la mecánica de fluidos y otros ingenieros y científicos de ramas afines.

➤ Hidroinformática

La hidroinformática no es solo la aplicación de Información y Tecnología de Comunicaciones (ITC), a los recursos acuáticos, hidráulicos o hidrológicos. La mejor analogía con la cual se puede explicar esta relación entre ITC y la hidroinformática es probablemente la relación entre redes de trabajo en telecomunicaciones (las cuales pueden estar en un nivel trivial de uso frecuente, aplicado a conversaciones telefónicas) y el valor agregado a redes de trabajo, tales como el acceso a los servidores del Internet y a los respectivos portales de comunicación. La hidroinformática provee una simbiosis y una sinergia entre ICT y las ciencias y la tecnología del agua, con el objetivo de satisfacer los requerimientos sociales. La clásica hidro-ingeniería (hidráulica, hidrología e investigación relacionada), observada desde un punto de vista corporativo o político, junto con la meteorología y la calidad del agua, aborda justamente, solo un aspecto del problema total.

Como una consecuencia, los resultados de la investigación hidráulica, tal como se obtienen del software de modelación, son cada vez más rápidamente “encapsulados” y cada forma de encapsulamiento se integra en grandes sistemas o en redes de trabajo con valor agregado. Estas tienen que ser apreciadas en el contexto de un intercambio de información, más comprensivo, en el marco de un esquema mundial real, relacionado con el agua, basado en experiencias exitosas y en los intereses e intenciones de los usuarios, los cuales deben tener confianza en el sistema.

La hidroinformática es una tecnología construida alrededor de desarrollos y aplicaciones de sistemas, los cuales son para sus usuarios sistemas objetivos. Una herramienta es un objeto; si los usuarios están involucrados en este mismo sistema, por definición, ellos pueden fácilmente entender los resultados y usarlos. Si ellos tienen la posibilidad de introducir sus propias hipótesis dentro del sistema y ver las consecuencias, así como mostrar estos a otros usuarios.

B) Gestión Integral del Riesgo.

El tema de los desastres es claramente, un problema de desarrollo de los países. Primero, porque en los países en desarrollo algunos fenómenos naturales, ya sean de origen hidrometeorológico, geosísmico, vulcanológico o de otra naturaleza, suelen tener consecuencias mayores que en los países desarrollados. Segundo, porque diversos factores asociados al bajo nivel de desarrollo, son causa de la amplificación de tales consecuencias. Tercero, porque el impacto de los fenómenos naturales sobre las posibilidades de desarrollo de largo plazo es sensiblemente mayor en los países menos desarrollados. En una consideración más amplia de los desastres como problema del desarrollo debería incluirse las repercusiones que las políticas seguidas por los países desarrollados han tenido sobre algunas amenazas, como por ejemplo el cambio climático y el procesamiento de desechos radioactivos.

Las recomendaciones de Bonn para la Acción (2001) definieron que: “La gestión de los cambios fluviales debería tener en cuenta la variabilidad climática y expandir la capacidad para identificar tendencias, gestionar los riesgos y adaptar los daños como inundaciones y sequías. La anticipación y la prevención son más eficaces y menos caras que tener que reaccionar ante una emergencia. Sistemas de alerta inmediata deberían convertirse en una parte integral del desarrollo de la planificación de los recursos hídricos”.

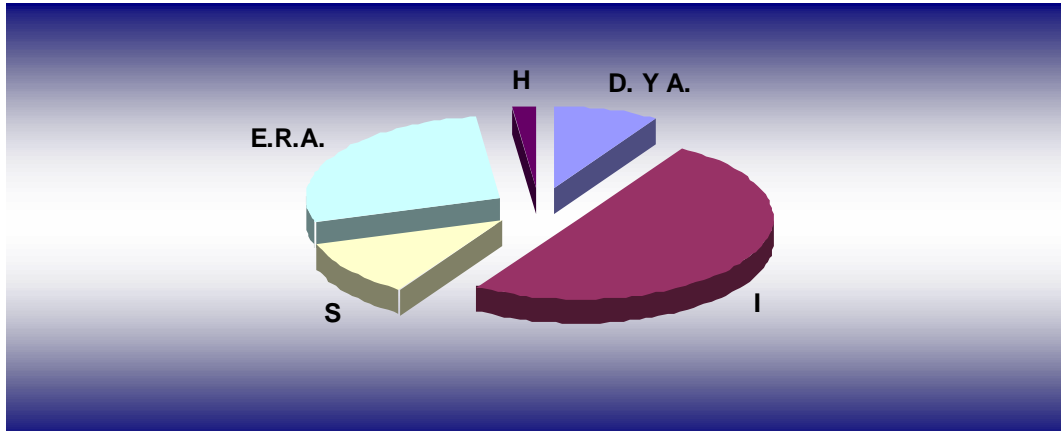
Si las consecuencias de los desastres naturales son un problema de desarrollo, enfrentarlos de manera sistemática y coherente, en sus causas, en la prevención, mitigación, reconstrucción y transformación para reducir la vulnerabilidad, debe ser objetivo explícito de las estrategias de desarrollo de los países. No es una casualidad que 95% de las muertes por desastres naturales en 1998 se hayan producido en países en desarrollo, ni que, para algunos de éstos, ciertos fenómenos naturales hayan resultado devastadores para el nivel de vida de sus poblaciones y sus posibilidades de desarrollo, mientras que en los países desarrollados las consecuencias sobre el conjunto de la actividad económica y la población son marginales [CEPAL 2000].

Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad.

Según la UNESCO [2003-1] ocurrieron 2200 desastres hidrometeorológicos de 1990 al 2001, con la distribución mostrada en la gráfica RYP.1. De igual manera, en la gráfica RYP.2 se muestra la distribución por continentes, de los desastres naturales relacionados con el

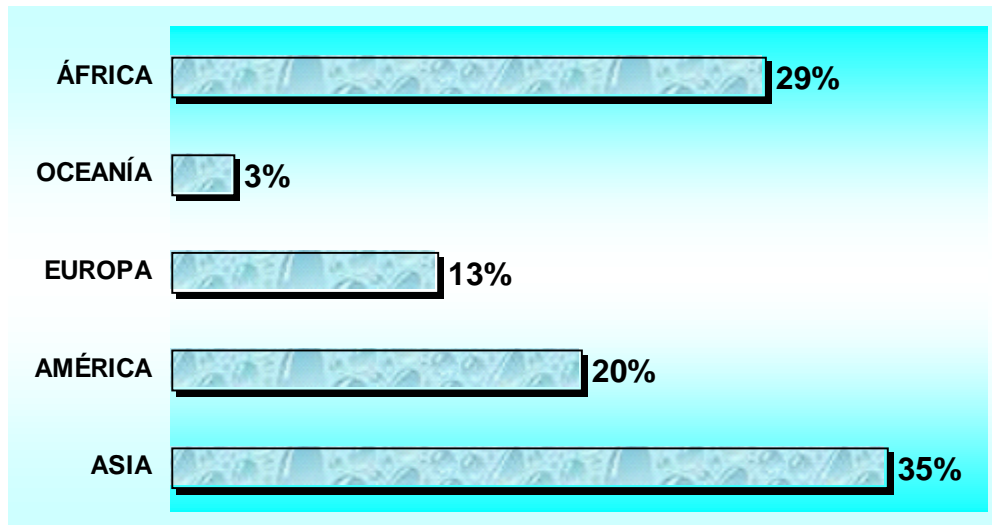
agua, ocurrido entre 1990 y 2001. En 1999 perdieron la vida en desastres naturales, 50,000 personas. El costo de estos desastres naturales fue de 7,000 millones de dólares en el mismo año. Las sequías han cobrado 280,000 vidas en el período 1991- 2000. Aproximadamente 66 millones de personas sufrieron daños causados por las inundaciones entre 1993 y 1997. Entre 1987 y 1997, 44% del total de las inundaciones en el mundo sucedieron en Asia, con un saldo de 228,000 vidas. Las pérdidas económicas de la región se elevaron a 136 millones de dólares.

GRÁFICA RYP.1 TIPOS DE DESASTRES NATURALES RELACIONADOS CON EL AGUA 1990- 2001



FUENTE: UNESCO [2003-1]. (2200 EVENTOS)
 I: INUNDACIÓN. ERA: EPIDEMIA RELACIONADA CON EL AGUA. S: SEQUÍA.
 D. Y A.: DESPRENDIMIENTO DE TIERRAS Y AVALANCHA. H: HAMBRUNA

GRÁFICA RYP.2 DISTRIBUCIÓN POR CONTINENTE DE DESASTRES NATURALES RELACIONADOS CON EL AGUA 1990- 2001



FUENTE: UNESCO [2003-1]. (2200 EVENTOS)

América Latina y el Caribe constituyen una región con una alta exposición a fenómenos naturales (hidrometeorológicos, sísmicos, vulcanológicos y de otra naturaleza) con potencial destructivo. Esa alta exposición a fenómenos naturales con potencial destructivo, combinada

con acentuadas características de vulnerabilidad (social, económica, física, ambiental y política-institucional) hace que la región muestre una alta y creciente incidencia de desastres naturales. La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solamente para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales, sino también para alcanzar un desarrollo sostenible. La experiencia de América Latina y el Caribe confirma la hipótesis de que se produce una alta correlación entre la evolución del producto interno bruto (PIB) y el número de desastres por año [CEPAL 2000]. Dicho de otra forma, se trata de una inversión de gran rentabilidad en términos sociales, económicos y políticos. Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad debe ser incorporada de manera orgánica en una visión sistémica e integral del desarrollo.

Una visión apropiada de una estrategia integral de desarrollo, debe basarse en cuatro elementos: la competitividad, la equidad, la gobernabilidad y la reducción de la vulnerabilidad. Una estrategia de reducción de la vulnerabilidad como fundamento de un desarrollo sostenible debe estar basada en varias líneas de acción básicas; las más importantes son la gestión integral del riesgo, el fortalecimiento de la capacidad macroeconómica, políticas activas para reducir las distorsiones más sensibles, la coordinación de políticas regionales y subregionales, el fortalecimiento del sistema democrático y el incremento, reorientación y coordinación de la cooperación internacional.

Las bases conceptuales para el establecimiento de un proceso estratégico que conduzca a la gestión integral del riesgo se presentan, de manera resumida a continuación [CEPAL 2000]:

ELEMENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO

- 1) Documentar la memoria histórica.
 - Permitir una orientación adecuada del proceso de planificación para el desarrollo sostenible del país, considerando la prevención como elemento indispensable.
 - Evitar cometer los mismos errores, no reconstruir la vulnerabilidad.
- 2) Utilizar una tipología de desastres y sus consecuencias.
 - Aprovechamiento de la información aportada por las fotografías aéreas, imágenes de satélite, cartografía, utilización de sistemas de información geográfica (SIG).
- 3) Analizar los factores humanos que generan la vulnerabilidad e influyen en la magnitud de los desastres. Estudio de la influencia de los factores económicos y actividades productivas de la dinámica social que generan y propagan la vulnerabilidad como:
 - Crecimiento demográfico, expansión caótica del urbanismo, infraestructura, actividades productivas de bienes y servicios.
 - Situación sociocultural, estructura del liderazgo y organización.
 - La pobreza como causa y efecto de los desastres.
- 4) Políticas de ordenamiento territorial
 - Adecuación de la legislación y las herramientas de control.
 - Disponer de planes de emergencia, estabilización y corrección.
- 5) Incorporación de los factores de vulnerabilidad y riesgo en el ciclo de preparación de proyectos y programas.

- Sistemas tecnificados de vigilancia, alerta, alarma y evacuación.
- Establecimiento de escenarios y procesos

6) Considerar la prevención como política de estado

La CEPAL [2000] describe los principales efectos provocados por los desastres naturales, mismos que se muestran en el anexo F (tabla F.3). El estudio y comprensión de cada tipo de desastre y sus efectos, puede derivar en al menos una línea de investigación, que deberá ser atendida por grupos de investigación en ingeniería hidráulica y en la medida que se justifique, se integraran especialistas de otras áreas.

La cooperación internacional, que hasta ahora ha venido cumpliendo una tarea importante frente a catástrofes, y cuyo valor agregado es decisivo especialmente en los países más pequeños y de menor desarrollo, deberá incrementarse con el fin de hacer de la reducción de la vulnerabilidad el fundamento de un desarrollo sostenible, que es un objetivo compartido por la comunidad internacional. Pero a su vez, y debe reconocerse que esto también depende de la capacidad de los países afectados para formular sus requerimientos de coordinación, las agencias bilaterales y multilaterales de cooperación deberán trabajar activamente para formular una visión y adoptar medidas prácticas que permitan una mayor y mejor coordinación de la cooperación para enfrentar los desastres naturales como un problema del desarrollo.

En nuestro país, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) solicitó al grupo de Ingeniería de Costas y Puertos del instituto de Ingeniería de la UNAM, el desarrollo de un sistema para pronosticar, en función de la intensidad y la distancia, los posibles riesgos oceanográficos generados por ciclones tropicales [Díaz et al., 2000]. El sistema genera listados con el nombre de las poblaciones, su municipio, estado en que se encuentra, número de habitantes, viviendas susceptibles a daños por viento, inundaciones marinas, nivel de vulnerabilidad y zonas con restricciones de actividades marítimo portuarias. El sistema para el manejo integral de riesgos en zonas costeras se conforma básicamente de tres módulos:

- ❖ Información Geográfica (IG): Información cartográfica con la ubicación de poblados y ciudades de los estados costeros de la república, así como una base de datos con parámetros poblacionales y de características del tipo de construcción y servicios de las viviendas del mismo.
- ❖ Pronóstico Oceanográfico (MPO): el módulo se conforma de cinco modelos numéricos para pronosticar fenómenos oceanográficos generados durante la ocurrencia de ciclones tropicales; viento ciclónico, oleaje en aguas profundas, oleaje en aguas someras y marea de tormenta. Para la estimación sintética del campo de presiones, vientos, marea meteorológica y oleaje en aguas profundas se utilizaron los modelos propuestos por la NOAA (Bret Model-X), Bretchneider (Hidroment – Rankin Vortex) y Gubert- McInnes. Para la propagación del oleaje desde aguas profundas a someras se utilizó el modelo Refract Dean y Refdif Kirby, dependiendo de las características morfológicas de la zona.
- ❖ Vulnerabilidad (V): el último modulo utiliza la información generada por los modelos numéricos y genera mapas de vulnerabilidad en las poblaciones.

C) Gestión Integral del agua

La necesidad de realizar una gestión integral u holística del recurso agua es un hecho consensado. En términos generales, se entiende por gestión integral el considerar todos los factores que inciden en el proceso de gestión del agua, es decir los aspectos ambientales, sociales, legales, de medio ambiente, y no sólo el aprovechamiento del agua, como era lo usual [Martínez 2001]y [Martínez 2002].

La gestión, según la Comisión Nacional del Agua [CNA 1998], es un término y un concepto comúnmente utilizado para definir un proceso generalmente administrativo, normativo o regulatorio. En su sentido más amplio, se refiere al conjunto de actividades, funciones, formas de organización institucional de organismos de gobierno y no gubernamentales, recursos e instrumentos de política y sistemas de participación, relacionados con uno o varios objetivos que definen el sentido y el objeto de la gestión. Esto significa que no existe una gestión sin adjetivos, neutral, ni general. Por el contrario la gestión como proceso administrativo o de conducción y regulación, sólo tiene sentido si se le asocia a objetivos y funciones o recursos concretos.

La gestión del agua, particularmente aplicada a las cuencas hidrográficas, puede entenderse, según la definición de la propia Comisión Nacional del Agua [CNA 1998], como el conjunto de actividades, funciones, organización, recursos, instrumentos de política y sistemas de participación, aplicados en un territorio de cuenca, que se relacionan cuando menos con los siguientes aspectos:

- Medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias.
- Explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua
- Prevención y mitigación de desastres naturales asociados a la presencia de fenómenos hidro- meteorológicos
- Construcción, mantenimiento y operación de las obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados a ellas
- Mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego.
- Control de la calidad del agua y su saneamiento
- Conservación del agua y del medio acuático
- Determinación y satisfacción de las necesidades de agua de la población en cantidad y calidad apropiadas y de las demandas derivadas de los procesos productivos y de servicios de la economía.
- Las actividades del proceso de planeación hidráulica y su consistencia en el tiempo (corto, mediano y largo plazos) y en diferentes espacios geográficos (nacional, regional, estatal y de cuenca hidrológica).
- Legislación y regulación de los usos y aprovechamientos del agua
- Administración de las aguas superficiales y subterráneas y sus bienes inherentes

Considerando lo anterior, la gestión integral de cuencas hidrográficas, puede definirse como [CNA1998]:

Armonizar el uso, aprovechamiento y administración de todos los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) y el manejo de los ecosistemas comprendidos en una cuenca hidrográfica, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas

entre recursos y ecosistemas, como los objetivos económicos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables.

El manejo integrado del agua suele presentarse, hasta ahora, no como una metodología, sino como una serie de principios fundamentales, en los cuales tampoco existe un acuerdo universal, y si varias versiones de ellos. Se ha reconocido que el problema del recurso agua, sólo se resolverá en un marco de globalización. El tratamiento mundial del problema de gestión integral del agua es necesario, entre otras razones, porque existen varias componentes globales, tales como el cambio climático, cuencas que influyen en la circulación global (como la del Amazonas), o cuencas que cubren varios países, como las de los ríos Rin, Nilo, Amazonas y Eúfrates.

Motivado por este contexto se han creado dos importantes organizaciones mundiales para promover una nueva gestión del agua: el Global Water Partnership (GWP) y el World Water Council (WWC). Es importante mencionar que éstas son organizaciones de organizaciones y que para México, como recomienda Polioptro Martínez Austria [Martínez 2001], sería necesario un Consejo Nacional de Agua, como un órgano consultivo, en el que estuvieran representadas las organizaciones no gubernamentales más importantes del agua, como la Asociación Mexicana de Hidráulica, la Asociación Mexicana de Ingeniería Portuaria, la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación y el Consejo Nacional Agropecuario, entre otras.

Los expertos mundiales han propuesto cinco condiciones mínimas para lograr una visión mundial del agua:

- 1) Involucrar a todos los actores interesados en la toma de decisiones, con su influencia en la toma de decisiones.
- 2) Avanzar hacia el pago del costo total de los servicios, con subsidios dirigidos a quien realmente lo requiere.
- 3) Incrementar el gasto en ciencia y tecnología e innovación para el agua
- 4) Cooperación en cuencas internacionales, como única vía posible de gestión del recurso sin depredarlo.
- 5) Incremento masivo de la inversión en agua, derivada de un cambio integral en la legislación relacionada con el recurso.

La gestión integral de recursos se inició como una disciplina en el contexto de las industrias eléctrica y petrolera, donde ya cuentan con metodologías bien establecidas [Beecher 1995]. En la gestión del agua no se pueden adaptar directamente estas metodologías, y por eso, el manejo integrado del agua suele definirse, por el momento, no como una metodología propiamente, sino como una serie de “principios fundamentales”. Para estos principios no existe acuerdo universal, sino varias versiones. El International Water and Sanitation Center (IRC) [citado por Martínez 2001], propone los siguientes principios para la gestión integral de los recursos hidráulicos:

- Es esencial la conservación de las fuentes de agua y de las cuencas de captación.
- La asignación del agua debe realizarse con acuerdo de todos los actores, en un marco nacional.
- La gestión debe realizarse en el nivel más local posible

- La construcción de capacidades es la clave de la sustentabilidad.
- Se requiere la participación de todos los actores.
- Es esencial el uso eficiente del agua.
- El agua debe tratarse como un bien económico y social.
- Es importante impulsar un balance de género.

La oficina Internacional del Agua de Francia [Donzier 2000], por su parte, propone como los principios fundamentales para una gestión moderna del agua los siguientes:

- Una visión global e integrada del recurso
- Clarificar las responsabilidades
- Organizar adecuadamente a escala de las grandes cuencas hidrográficas y de los acuíferos
- Participación directa y activa de las diferentes administraciones y colectividades territoriales, a través de consejos y parlamentos del agua.
- Combatir el desperdicio y prevenir la contaminación permanente o accidental.
- Aplicar el principio “usuario contaminador- pagador”.
- Crear nuevas capacidades de formación de recursos humanos.
- Mejorar el conocimiento sobre el problema

Evidentemente al cambiar las prioridades de un país a otro, la lista de principios variará y esta situación nos conduce a no poseer una relación de valor universal. Sin embargo la premisa principal es lograr modificar la forma de conceptuar los problemas y los enfoques de solución, es decir, los paradigmas que norman la visión universal del problema y lo más importante la actuación consecuente de los responsables y participantes en la gestión del agua. Se abre un panorama muy generoso en cuanto a líneas de investigación y nuevas materias para programas de posgrado específicas, que se derivan de este concepto de manejo integral del agua. Lo cual a su vez depende de los recursos humanos disponibles y la infraestructura y capacidad física instalada. Es un hecho que no se puede dejar pasar sin atender este problema bajo el riesgo de permitir que personas de otras instituciones nacionales o extranjeras aprovechen el nicho de oportunidad.

El Research and Education Administrative Comité [REAC 1989] y la North Atlantic Treaty Organization, han propuesto recomendaciones sobre las principales líneas de investigación y acción para el adecuado manejo y sustentabilidad de los sistemas de riego [Pereira et al., 1996], en los siguientes temas [Mundo 2000]:

1) Impacto en la salud y el medio ambiente

- ❖ Evaluar el potencial del riego como medio sustentable en el uso de la tierra y la producción de alimentos.
- ❖ Desarrollar las herramientas apropiadas para evaluar y controlar el impacto del uso de agua de baja calidad en la agricultura de riego.
- ❖ Desarrollar las técnicas apropiadas para el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de agua, incluyendo el monitoreo para evaluar los riesgos sobre la salud.

2) Planeación integral de los recursos en grandes cuencas

- ❖ Promover planes de manejo de los recursos de agua, suelo y políticas de conservación a nivel de cuencas hidrológicas.

- ❖ Perfeccionar los conocimientos sobre la sequía y desarrollar metodologías para su mitigación.
- ❖ Desarrollar la tecnología apropiada para reusar el agua

3) Calidad del agua

- ❖ Investigar nuevos métodos para el tratamiento del agua contaminada y su reuso en la agricultura.
- ❖ Implementar mejores prácticas en el manejo del agua, para minimizar la degradación de su calidad en la agricultura de riego.
- ❖ Investigar los efectos de la extracción del agua subterránea sobre la salinidad de flujos, cultivos y cuerpos agua.
- ❖ Evaluar el impacto del uso de químicos en la agricultura, tanto en los cuerpos de agua superficiales como subterráneos.

4) Rehabilitación y modernización de los sistemas de riego

- ❖ Reforzar y adoptar procedimientos para integrar planes y manejo de sistemas de riego y drenaje.
- ❖ Extender el uso de tecnologías de bajo costo para la construcción de canales.
- ❖ Desarrollar estrategias para incrementar el rendimiento del agua por unidad de superficie.

5) Tecnología para la regulación y uso de agua salina y contaminada

- ❖ Mejorar los conocimientos sobre salinidad y transporte de solutos.
- ❖ Desarrollar métodos, técnicas y guías para el uso, control y manejo de agua de baja calidad para el riego.
- ❖ Extender las investigaciones sobre la adaptación de los cultivos al uso de agua de baja calidad y agua salina.

6) Aspectos políticos

- ❖ Establecer leyes y derechos sobre el manejo y uso del agua para la equidad en su distribución
- ❖ Desarrollar los procedimientos e instrumentos legales para la conservación y prácticas del uso eficiente del agua de riego.

7) Recursos humanos

- ❖ Mejorar la transferencia de tecnología a todos los niveles en los sistemas de riego y drenaje.
- ❖ Desarrollar cursos de capacitación para la operación de sistemas de riego y drenaje.
- ❖ Capacitar al personal involucrado en la planeación, construcción, operación, mantenimiento y manejo de los sistemas de riego.

8) Ahorro de agua en los sistemas de riego y drenaje

- ❖ Desarrollar metodologías que permitan evaluar los efectos de la reducción de la demanda de agua en los cultivos y los efectos sobre su rendimiento.
- ❖ Explorar los cultivos adecuados para una mayor resistencia al uso de agua de baja calidad.
- ❖ Desarrollar metodologías que permitan ahorrar agua en época de sequía.

9) Operación de los sistemas

- ❖ Evaluar el impacto de factores externos tales como subsidios, estandarización de los equipos de riego, cambio climático, etc., sobre la operación de los sistemas.
- ❖ Mejorar los métodos de evaluación en campo de la operación de los sistemas, incluyendo el suministro de agua, calidad, salinización, impacto ambiental, rendimiento de los cultivos, factores económicos y sociales.
- ❖ Desarrollar métodos para el monitoreo de los sistemas, entrega y aplicación del agua, sistemas de drenaje, aspectos ambientales, sociales y económicos.

10) Aspectos económicos y sociales

- ❖ Investigar el impacto del incremento del precio del agua en la demanda y el consumo.
- ❖ Mejorar los criterios económicos y macroeconómicos para la inversión pública y privada, y el desarrollo de mecanismos adecuados para asegurar el financiamiento para el mantenimiento y la rehabilitación de los sistemas.
- ❖ Desarrollar criterios para asegurar la viabilidad económica de los sistemas de riego existentes, incluyendo el precio del agua y la responsabilidad financiera de los usuarios.

11) Aspectos institucionales

- ❖ Determinar el impacto de la reforma de la tenencia de la tierra sobre el desarrollo y operación del riego.
- ❖ Implementar los mecanismos que puedan mejorar tanto la coordinación, como la división de responsabilidades entre el gobierno, las asociaciones de usuarios y la industria del riego.
- ❖ Perfeccionar los servicios institucionales y los esquemas ligados que proporcionen mejores servicios a los agricultores.

12) Requerimiento de agua de los cultivos

- ❖ Elaborar modelos que permitan cuantificar el rendimiento de los cultivos para varios niveles de evapo-transpiración.
- ❖ Desarrollar y/o mejorar métodos sencillos, precisos, económicos y aplicables en campo, para estimar la evapo-transpiración.
- ❖ Desarrollar metodologías para estimar la evapo-transpiración a escala regional

13) Agua subterránea

- ❖ Desarrollar modelos y métodos de prueba para determinar los valores de conductividad hidráulica y almacenamiento en sistemas acuíferos.
- ❖ Evaluar el papel que desempeña la formación geológica del suelo en la eliminación, retención y liberación de contaminantes.
- ❖ Optimizar los métodos de monitoreo, muestreo y colección de datos en sistemas de acuíferos.

14) Conducción y control del agua de riego

- ❖ Desarrollar sensores electrónicos más económicos, fiables y de alta precisión para medir tirante – gasto, con teletransmisión.
- ❖ Desarrollar sistemas de medición de flujos, transportables y económicos, que funcionen con principios físicos sencillos, para agua limpia y con alta carga de azolves.
- ❖ Desarrollar sistemas combinados de medición y control de flujos.

15) Cambio climático

- ❖ Desarrollar modelos para estudiar los efectos del cambio climático regional sobre: los recursos hídricos; el escurrimiento; el rendimiento de cultivos; la precipitación; la evaporación; la evapotranspiración de los cultivos.

Por otro lado la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL 1994], afirma que la creación y operación de entidades de cuenca como facilitadoras del proceso de gestión integral del agua, para muchos países, incluyendo México, de América Latina y el Caribe, no se materializa aún en la escala y profundidad necesarias. Este interés, por las entidades de cuenca, se enfrenta con incógnitas para definir la manera de organizarlas, ponerlas en funcionamiento, definir sus roles y formas de financiamiento principalmente. La CEPAL propuso una guía para crear o mejorar entidades de cuenca, que está integrada por bases políticas, legales, financieras y sociales; esta guía es una propuesta del documento "Políticas Públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada por Cuencas". Esta propuesta esta basada en las recomendaciones y conclusiones que al respecto se han establecido en conferencias internacionales mundiales tales como:

- ❖ Conferencia Internacional sobre el Agua .Mar de la Plata, Argentina 1977
- ❖ Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente. El Desarrollo en la perspectiva del Siglo XXI. Dublín, Irlanda 1992
- ❖ Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil 1992

Adicionalmente fueron realizados los eventos que a continuación se mencionan y que también establecieron importantes precedentes sobre este tema:

- ❖ Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible. París Francia 1998.
- ❖ Foro Mundial del Agua. La Haya Holanda 2000.

Gastélum [2000] realizó una propuesta de mejoramiento a los Consejos de Cuenca en México, considerando la información y recomendaciones existentes a nivel mundial, relativas a la Gestión Integral de Agua y las entidades de cuenca hidrológicas, y elaboro una evaluación de la situación actual de estos Consejos de Cuenca. Con respecto al aspecto legal, específicamente de la Ley de Aguas Nacionales, propuso modificaciones a la estructura del Consejo y definió las actividades operativas y normativas, así como las entidades del sector hidráulico que las realizará. En el aspecto financiero, propuso un Sistema Financiero del Agua en la Cuenca, dentro del cual se integraría un fondo financiero de la cuenca, que sería la base de la contraparte federal de la aportación de los Estados, municipios, usuarios y créditos. Adicionalmente, en esta propuesta se menciona la estructura y las herramientas necesarias para los sistemas de apoyo que deberán auxiliar en la toma de decisiones a los Consejos de Cuenca.

En otro orden de ideas, es importante mencionar la gran utilidad como herramienta, de la Geomática, entendida como el enfoque de gestión de datos con referencia espacial, que apela a ciencias y tecnologías vinculadas con la adquisición, estructuración procesamiento y difusión de datos, se desarrolla aceleradamente y cubre un amplio espectro de aplicaciones, lo cual ha sido motivado por la disponibilidad de información espacial, al incremento del

potencial de los equipos de cómputo y a la necesidad de disponer de mapas y cálculos confiables sobre el estado y la evolución de cada cuenca (Brena et al, 2000).

D) Gestión Integral de Zonas Costeras

Se ha comprobado que la población mundial tiende a radicarse a lo largo de una franja costera (hinterland) del litoral de los continentes, que según estimaciones demográficas oscila entre el 30 y el 50% del total [Capurro, et al 2002]. Una concentración de esta magnitud, en esa zona determinada, tiene que impactar fuertemente al ecosistema costero, en particular a su línea de costa, playas y aguas adyacentes. Este proceso es de alcance global y motivo de preocupación de los países con litoral marítimo, de allí que el tema del manejo costero sostenible sea de gran actualidad en estos países, incluido el nuestro.

México cuenta con un extenso litoral marítimo incluyendo dos grandes penínsulas, Yucatán y Baja California, con vocación e intereses bien conocidos. Capurro [2002] ha realizado estudios específicos en el ecosistema costero de Yucatán y ha concluido que será realmente dramática la evolución de la forma de vida del estado de Yucatán, para ajustarse a su vocación natural y al modo de vida futuro. Encontró que las tres áreas de desarrollo (turismo recreativo, acuicultura marina y tráfico marítimo), todas ellas de escala industrial, son muy dañinas al medio ambiente, de modo que su manejo sostenible requerirá de un conocimiento profundo de cómo opera cada una de ellas, y en ello la ciencia, la tecnología y la educación ambiental de los usuarios juega un papel vital. Según esta estrategia las necesidades a largo plazo son:

- ❖ Promover la investigación científica y técnica del más alto nivel para minimizar los aspectos ofensivos al medio ambiente del turismo, la acuicultura, más específicamente la maricultura, y del manejo portuario.
- ❖ Promover la educación ambiental, en especial del ambiente costero en todos los ámbitos de la sociedad. Ello ampliamente justificado si tenemos claro que la costa es nuestro recurso más valioso.
- ❖ Definir una Línea de Control de la Construcción (LCC) en la línea de costa. Ella fijará los límites razonables donde las construcciones estarán libres de la acción de la erosión marina y minimizará el peligro de las tormentas y otras amenazas de situaciones extremas.
- ❖ Asegurar una estrecha colaboración de todas las instituciones federales, estatales, municipales y la comunidad en el objetivo común de lograr el manejo sostenible del gran ecosistema costero.

Estas estrategias, con sus adecuaciones pertinentes, son muy importantes porque describen lo que pudieran ser las grandes estrategias nacionales, para el ámbito costero. Las zonas costeras tienen un gran peso en la economía y en el medio ambiente de todos los países que cuentan con ellas y particularmente se ha estudiado en los países miembros de la OCDE y esta importancia aumenta continuamente, lo que no deja de tener consecuencias para todos los que utilizan y aprecian la costa. La utilización de los recursos costeros es muy diversificada y adopta múltiples formas que en ciertos casos se oponen y en otros se complementan. Las costas sirven ante todo de zona de vivienda. En numerosos países de la OCDE la población se concentra en las regiones costeras, situación ajena a nuestro país, sin embargo esta situación está cambiando y hay que estar preparados [OCDE 1993]. Una deficiente gestión de zonas costeras puede provocar serios problemas en el ámbito

internacional. Los recursos tradicionales de un país pueden resultar diezmados en caso de sobreexplotación de las reservas tanto costeras como internacionales.

Es muy importante que todos los países y específicamente el nuestro, realicen un desarrollo ecológicamente duradero en sus zonas costeras, de manera que se asegure un crecimiento económico que no vaya acompañado de un deterioro inaceptable del medio ambiente. A falta de políticas apropiadas, las presiones intensas que se ejercen sobre los recursos costeros corren peligro de ocasionar un descenso en el rendimiento de estos recursos, un aumento de los costos de explotación o daños serios al medio ambiente.

La zona costera constituye un sistema dinámico que se caracteriza por una riqueza inhabitual a juzgar por la diversidad de recursos naturales y por consiguiente de actividades, que se encuentran concentradas en esta zona. Ello deja suponer que las interacciones y los efectos nefastos para la economía y el medio ambiente son allí más numerosos que en otros medios naturales y, por consiguiente, que podrían realizarse progresos considerables gracias a una gestión integrada eficaz.

Los recursos costeros (suelos, bosques, aguas costeras, incluyendo los mares cerrados y semicerrados, los estuarios y las aguas interiores, recursos minerales e hidrocarburos y recursos biológicos del mar) tienen en común varias características importantes para su gestión duradera:

- Se comportan como sistemas y, para proporcionar aportaciones duraderas, deben ser gestionados como sistemas.
- Interaccionan unos con otros. El desarrollo duradero debe tener en cuenta estas interacciones.
- Tienen utilidades múltiples y pueden proporcionar simultáneamente numerosos productos duraderos.
- Sus diversas utilidades son a veces complementarias y a veces generadoras de conflictos. Para asegurar un desarrollo ecológicamente duradero, conviene encontrar una solución a estos conflictos y realizar una elección, en particular para determinar los índices de empobrecimiento de los recursos no renovables.
- Los recursos costeros proporcionan bienes privados (normalmente con salida a través de los mecanismos del mercado) o bienes públicos, cuyo disfrute debe pertenecer a todos. Si no se lleva a cabo elección, los bienes públicos pueden resultar sobreexplotados y perder su carácter duradero.
- Pueden ser proporcionados por el sector público o por el sector privado, y a veces incluso por los dos. Se trata en este caso de establecer una coordinación.

La gestión integrada de la zona costera puede definirse en términos sencillos como una gestión del conjunto de la zona costera, teniendo en cuenta objetivos locales, regionales, nacionales e internacionales. Una gestión de este tipo supone que uno se preocupa ante todo de las interacciones entre las diferentes actividades y demandas de recursos en el seno de la zona costera y entre las actividades de esta zona y de otras regiones. En concreto, puede tratarse de integrar los objetivos de protección del entorno en los procesos de toma de decisión económicos y técnicos, de gestionar la incidencia del flujo proveniente de tierras agrícolas sobre la calidad de las aguas costeras, de coordinar las políticas turísticas y las medidas de protección de la naturaleza, de coordinar las medidas anticontaminación

adoptadas en diferentes partes de una zona costera determinada o probablemente con mayor frecuencia, en todas las partes de esta zona de manera simultánea.

La gestión integrada de zonas costeras se distingue de la gestión de ciertas actividades determinadas que pueden tener lugar en la zona costera, tales como la prestación de zonas de recreo, la evacuación de desechos, etc., o ciertos aspectos de la gestión de la zona costera, tales como la lucha contra la contaminación o el acondicionamiento de la zona costera. Las características prácticas de estas actividades y funciones tendrá un interés para la gestión integrada únicamente en la medida en que interfieran, de manera positiva o negativa, con otras actividades y funciones que tengan lugar en la zona costera, o con las mismas actividades y funciones, en zonas costeras cuya gestión dependa de otras jurisdicciones. La OCDE [1993] recomienda un procedimiento preciso para la aplicación de una gestión integrada.

A la fecha se han firmado varios acuerdos internacionales encaminados a mejorar directa o indirectamente la gestión de zonas costeras en el ámbito de influencia de la OCDE y a una escala más amplia todavía. Por ejemplo la Convención de Oslo (1972), la Convención de París (1974), el Acuerdo de Bonn (1981), la convención de Marpol (1973), la Convención de Barcelona (1976), la Convención d Helsinki (1974 y 1992), la Convención de la ONU sobre Derecho del Mar (1982), la Convención de Ramsar referente a las zonas húmedas de importancia internacional, en particular como hábitats de la naturaleza silvestre (1971) y la Convención sobre la protección de los recursos naturales y del medio ambiente de la región del Pacífico Sur. [OCDE 1993]

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (CNUED), que se celebró en junio de 1992 en Brasil, abordó entre otros asuntos la protección de los océanos, de los mares y de las zonas costeras así como la protección, la utilización racional y el aprovechamiento de los recursos biológicos que allí se encuentran y asimismo la degradación del entorno marino debido a la contaminación telúrica y a las actividades implantadas en las zonas costeras. El principio de gestión integrada del litoral ha sido declarado como particularmente importante para permitir la coordinación entre los sectores implicados. Uno de los principales desafíos consiste en asegurar la compatibilidad de los objetivos mundiales, regionales y sectoriales.

La cooperación internacional para las cuestiones transnacionales constituye otro aspecto de la gestión integrada de zonas costeras. Se aplica por ejemplo a la contaminación transfronteriza, a la gestión de recursos biológicos del mar, a la vigilancia de las especies migratorias amenazadas y a los yacimientos de gas o de petróleo pertenecientes a varios países. La puesta en práctica de programas regionales intergubernamentales para la gestión de zonas costeras ha demostrado que una acción regional resultaba posible y eficaz. Estos programas están generalmente fundados en el principio de gestión integrada de zonas costeras. A continuación se enuncian los datos básicos necesarios para la gestión de zonas costeras:

PROCESOS Y RECURSOS

- ❖ Superficie total considerada
- ❖ Procesos costeros de que se trata
- ❖ Influencia de las cuencas hidrográficas y de los cursos de agua incluidos en la zona costera

- ❖ Recursos marinos, incluidos flora y fauna por tipo y especie
- ❖ Recursos favorables al turismo y al tiempo libre (playas, etc.)
- ❖ Terrenos utilizables para instalaciones urbanas e industriales
- ❖ Recursos de agua potable

ANÁLISIS DEL MEDIO NATURAL: UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

- ❖ Superficie no acondicionada, incluida superficie de tierras agrícolas
- ❖ Hábitat naturales (tipo y extensión)
- ❖ Utilización de los recursos forestales
- ❖ Utilización de los recursos de agua (superficial y subterránea)
- ❖ Zonas húmedas
- ❖ Utilización de los recursos de agua (superficial y subterránea)
- ❖ Zonas húmedas
- ❖ Utilización de los cursos de agua costeros propicios al tiempo libre
- ❖ Valores culturales, históricos y espirituales (lugares y parajes sagrados, zonas urbanas, hábitats, etc.)
- ❖ Utilización de las aguas costeras para la navegación, el tiempo libre, la evacuación de materias efluentes o residuos sólidos, el enfriamiento de instalaciones industriales, las pesquerías, la prospección petrolífera, etc.)

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL ACONDICIONAMIENTO Y DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

- ❖ Residuos de fabricación
- ❖ Residuos domésticos
- ❖ Desechos introducidos en la zona costera por la atmósfera
- ❖ Desechos de los transportes y de la navegación
- ❖ Desechos de las pesquerías
- ❖ Repercusiones de la demanda de tiempo libre
- ❖ Repercusión de las actividades de acondicionamiento y de defensa de las playas (drenado de zonas húmedas, nivelación de dunas, construcción de espigones, por ejemplo) en los hábitats y en los procesos costeros

INCIDENCIAS ECONÓMICAS DEL ACONDICIONAMIENTO DE ZONAS COSTERAS

- ❖ Ventajas económicas de la explotación y del acondicionamiento de las costas
- ❖ Gastos en infraestructura
- ❖ Costo de los proyectos de acondicionamiento
- ❖ Costos de funcionamiento y de mantenimiento (dispositivos de defensa de las playas, dragado, descontaminación en caso de marea negra, equipos de bombeo de residuos y de vaciado de barcos).

En la medida en que se otorgue interés en los vertidos a las aguas costeras, será indispensable proceder a realizar una evaluación para diferenciar:

- ❖ Los vertidos regionales arrojados a los cursos de agua
- ❖ Los residuos aportados por el agua que proviene de otras regiones
- ❖ La infiltración y la lixiviación en los estuarios de aguas contaminadas por residuos evacuados en el suelo
- ❖ La lluvia cargada de contaminantes atmosféricos
- ❖ Los desechos de explotación minera y de las perforaciones en el mar

- ❖ Los desechos que provienen de la navegación, incluyendo residuos de los centros de deportes acuáticos y contaminación por hidrocarburos
- ❖ Los residuos que provienen de otras actividades practicadas en el mar, incluida la acuicultura

Los datos y mediciones referentes a los flujos de desechos correspondientes a las actividades económicas existentes y las mediciones referentes a la calidad del medio, constituyen una primera base de información sobre el medio natural costero. Pueden realizarse los mismos cálculos para evaluar los flujos de residuos correspondientes a los escenarios de acondicionamiento de la zona costera considerados de cara al futuro y para determinar los efectos de la evolución prevista.

Estos dos conjuntos de datos pueden servir así de punto de referencia para decidir:

- ❖ Si los flujos existentes y la calidad del medio son aceptables
- ❖ Si es preciso proceder a nuevos acondicionamientos y de qué manera
- ❖ Qué estrategia adoptar para reducir los niveles de contaminación

Por otro lado, es importante citar el tema de ingeniería portuaria, que está asociado a la gestión integral de la zona costera, como un rubro que requiere de atención especial. Una Administración Portuaria Integral (API), surge cuando la planeación, programación, desarrollo y demás actos relativos a los bienes y servicios de un puerto, se encomiendan en su totalidad a una sociedad mercantil, mediante la concesión para el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes y la prestación de los servicios respectivos. Así mismo, se podrá encomendar, mediante concesión, la administración portuaria integral de un conjunto de terminales, instalaciones y puertos de influencia, preponderantemente estatal, dentro de la entidad federativa, a una sociedad mercantil constituida por el gobierno federal o estatal correspondiente.

Una API es autónoma en su gestión operativa y financiera, por lo que sus órganos de gobierno establecen sus políticas y normas internas. Sin embargo se requiere investigaciones que contribuyan a diagnosticar y definir acciones que permitan cumplir con los indicadores internacionales de eficiencia en el sistema de administración portuaria integra. A continuación se describen las actividades que involucran el desempeño de un administrador portuario (referencia <http://www.sct.gob.mx/e-mar/puertos> 11 de octubre del 2002).

- Planear, programar y ejecutar las acciones necesarias para la promoción, operación y desarrollo del puerto, o grupo de ellos y terminales, a fin de lograr la mayor eficiencia y competitividad.
- Usar, aprovechar y explorar los bienes del dominio público en los puertos o grupo de ellos y terminales, y administrar los de la zona de desarrollo portuario, en su caso.
- Construir, mantener y administrar la infraestructura portuaria de uso común.
- Construir, operar y explorar terminales, marinas e instalaciones portuarias por sí, o a través de terceros, mediante contrato de sesión parcial de derechos.
- Prestar servicios portuarios y conexos por sí, o a través de terceros mediante el contrato respectivo.
- Opinar sobre la delimitación de las zonas y áreas del puerto.

- Formular las reglas de operación del puerto, que incluirán entre otros, los horarios del puerto, los requisitos que deban cumplir los prestadores de servicios portuarios y, previa opinión del comité de operación, someterlas a la autorización de la Secretaría.
- Asignar las posiciones de atraque en los términos de las reglas de operación.
- Operar los servicios de vigilancia, así como el control de los bienes, accesos y tránsito de personas, vehículos y bienes en el área terrestre del recinto portuario, de acuerdo con las reglas de operación del mismo y sin perjuicio de las facultades del capitán de puerto y de las autoridades competentes.
- Percibir, en los términos que fijen los reglamentos correspondientes y el título de concesión, ingresos por el uso de la infraestructura portuaria, por la celebración de contratos, por los servicios que presten directamente, así como por las demás actividades comerciales que realicen
- Proporcionar la información estadística portuaria

El administrador portuario se sujetará a un programa maestro de desarrollo portuario y contiene:

- Los usos, destinos y modos de operación previstos para las diferentes zonas del puerto o grupos de ellos, así como la justificación de los mismos.
- Las medidas y previsiones necesarias para garantizar una eficiente explotación de los espacios portuarios, su desarrollo futuro y su conexión con los sistemas generales de transporte.

El programa maestro de desarrollo portuario y las modificaciones sustanciales a éste, serán elaborados por el administrador portuario y autorizados por la SCT, con base en las políticas y programas para el desarrollo del sistema portuario nacional. México es un país que realiza gran parte de su comercio a través de los puertos. A pesar de no poseer un gran desarrollo portuario, los movimientos que reporta a través de la SCT (www.sct.gob.mx), requieren de proyectos de investigación y personal altamente especializado que contribuya a la optimización de las operaciones portuarias y al cumplimiento de indicadores internacionales de productividad.

La SCT reporta para el período enero- mayo del 2002, un Movimiento Nacional de Carga de 99' 828,216 ton, donde destaca el movimiento de Altura con 72' 685,287 ton, sobre 27' 143,629 ton de Cabotaje. Es de llamar la atención que la Carga General Suelta, con 5' 893,117 ton, todavía supera a la Carga Contenerizada que maneja 4' 183, 619 ton. Evidentemente el petróleo y derivados, sigue siendo el mayor tipo de carga manejada, con 62' 975,948 ton, seguido del granel mineral con 19' 603,363 ton, lo cual implica un campo propicio de investigación para los sistemas de ductos, tuberías y en general el transporte de fluidos. Esta información se puede apreciar con detalle en el anexo FVI (tablas F.4, F.5 y F.6).

La necesidad de dar cumplimiento a los estándares internacionales, optimizando la administración y operación de puertos, a través de proyectos específicos de investigación, permitirá lograr un impacto en puertos tan importantes como Dos Bocas, el cual fue construido, durante el auge petrolero de los años ochenta, con la puesta en marcha de dos monoboyas a 21 km costa afuera del puerto, para el embarque de crudo de exportación, con una capacidad de aproximada de 25 millones de toneladas al año, así como la construcción de una terminal de abastecimiento como soporte a las actividades off shore en la Sonda de

Campeche y la primer etapa de las escolleras de lo que sería la terminal petrolera. El puerto de Dos Bocas es el más importante en exportación petrolera en México y tiene como misión poseer instalaciones, servicios y sistemas de clase mundial, con autosuficiencia financiera, propiciando la atracción de la inversión privada en productos y servicios conexos y en actividades comerciales e industriales no petroleras, en armonía con el entorno urbano y el medio ambiente. Su visión es la de un puerto como centro de negocios relevantes en el plano regional, nacional e internacional, con servicios de clase mundial, alta participación del sector privado, a partir de las operaciones petroleras y no petroleras, y elevados índices de productividad y rentabilidad, vinculado a los sistemas de transporte multimodal, con base en un desarrollo sustentable, indicadores de gestión, información sistematizada y en tiempo real, con certificaciones ISO correspondientes a su actividad y personal altamente calificado.

E) Energéticos

Las tendencias energéticas, ambientales y de gestión de los recursos hídricos, que parece evidente que se mantendrán en el futuro, conforman un reto para el sector eléctrico: aumentar la producción de energía, para hacer frente al aumento de la demanda, de forma sostenible desde el punto de vista ambiental, y en especial desde el punto de vista del cambio climático.

El uso del agua para la generación de energía, en especial para la generación de energía hidroeléctrica, presenta una serie de particularidades técnicas que le otorgan un valor considerable. Por un lado, se trata de una energía de carácter autóctono, es decir de origen totalmente nacional por su generación en territorio nacional, lo cual es más que evidente para nuestro país, no siendo así para otros países, sobre todo europeos. Adicionalmente, evita los conflictos que genera la importación de petróleo con sus conocidas fluctuaciones, dependiendo del mercado y la situación política internacional, situación que a nuestro país, hasta el momento no le afecta, por poseer grandes reservas que permiten inclusive la sobrevivencia de una economía monoexportadora.

Desde el punto de vista técnico, la energía hidroeléctrica es una fuente de suministro de excepcional calidad, imprescindible para el buen funcionamiento de los sistemas eléctricos nacionales, debido a que puede realizar tres funciones básicas: el seguimiento de la curva de carga, la regulación de frecuencia y tensión, y la reposición rápida del servicio.

El uso del agua para la generación de energía permite hacer frente a fallos instantáneos de algún tipo térmico de gran potencia que puede comprometer la satisfacción de la demanda. Esto se logra mediante lo que se conoce como “reserva rodante”, es decir, grupos hidroeléctricos de potencia equivalente a un gran grupo térmico, con agua circulando, sin producir energía o produciendo un mínimo, que permite a estos grupos pasar a plena carga de forma muy rápida (en menos de 30 segundos), en caso de fallo importante de algún grupo térmico conectado a la red [Villalba 2000].

Todo lo anterior confiere al uso del agua para la generación un valor estratégico, técnico y económico considerable. Adicionalmente, los impactos negativos de las obras hidráulicas necesarias para utilizar el agua para generar energía son, por lo general, locales, cuantificables y variables en función de la ubicación del proyecto y de las medidas de corrección que se adopten. Por ello, presentan la característica y la ventaja de que siempre que estos impactos se tengan en cuenta desde la concepción del proyecto, pueden

disminuirse o evitarse en gran medida con un estudio apropiado de alternativas y de medidas correctoras.

A pesar de los avances realizados en los últimos años en el ámbito ambiental, el sector eléctrico debe enfrentarse a nuevos retos. Un estudio realizado por la Agencia Internacional de la Energía [AIE 2000], señala seis puntos a atender:

- Integrar los aspectos relacionados con la preservación de la biodiversidad en el diseño de proyectos.
- Optimizar el régimen de explotación de los embalses para mantener los caudales aguas abajo
- Definir sistemas que faciliten el paso de peces por las presas
- Mejorar los métodos de retiro de los sedimentos acumulados
- Limitar los problemas de calidad del agua mediante una buena selección de las ubicaciones
- Gestionar la contaminación y la eutrofización del agua en la operación de las centrales

Estos retos, motivan la realización de proyectos de investigación específicos nacionales y transnacionales para atender y resolver esta problemática. El aspecto más novedoso en cuanto a las relaciones entre el uso del agua para la generación eléctrica y el medio ambiente, es el papel que la energía hidroeléctrica, como energía no contaminante, puede jugar en relación con el problema del cambio climático, que como ya hemos mencionado se presenta como el principal problema ambiental de carácter global, al que nos estamos enfrentando.

Debe tenerse en cuenta el papel que puede jugar el uso del agua para la producción de energía en la viabilidad de proyectos hidráulicos para finalidades múltiples y en incrementar el valor del uso de los recursos hídrico disponibles. Un beneficio evidente de los embalse hidroeléctricos es la función que cumplen en la regulación de avenidas y en consecuencia en el control de inundaciones, lo que supone un servicio a la sociedad, que evita importantes pérdidas económicas y sociales y, lo que es más importante, pérdidas humanas.

México requiere elaborar, para enfrentar sus necesidades de energía a largo plazo, un plan nacional para la generación de fuentes renovables, el cual le permitiría utilizar su enorme potencial energético a partir del aprovechamiento solar, eólico, geotérmico, hidráulico y oceánico, lo cual a su vez, contribuiría de manera efectiva, a la preservación del medio ambiente. Este plan nacional es muy importante, considerando el hecho de que nuestro país cuenta con energía fósil para los próximos cincuenta años, lo cual no trascendería, si se logra desarrollar las alternativas naturales citadas y sobre todo en lo que nos concierne, la generación hidroeléctrica y mareomotriz. Afortunadamente nuestro país cuenta con las características geográficas y físicas idóneas para diversificar sus fuentes de energía, con lo cual podría hacer frente a la demanda futura de energéticos y reduciría la contaminación atmosférica. La escasez de energéticos no es un problema exclusivo de México, prueba de ello son los conflictos bélicos que han caracterizado el inicio del siglo XXI, cuyo fondo es el dominio y control de los hidrocarburos.

El 78% de la energía eléctrica que se produce en México se realiza a través de la utilización de combustibles fósiles y carbón, principales fuentes de gases productores del efecto invernadero (CO₂ y bióxido de carbono). De continuar ese ritmo en México y en el resto del

mundo, para el año 2100, la temperatura de la Tierra habrá aumentado, lo que tendría como consecuencia el descongelamiento parcial de los polos. Sólo México, segundo consumidor latinoamericano detrás de Brasil, utiliza la misma energía eléctrica que todos los siguientes países juntos: Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Honduras, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay. Los gastos de energía se distribuyen así: industria 60%; doméstico 23%; comercios y servicios 11%; agrícola 6%.

F) Biotecnología para uso y conservación del agua

La biotecnología ha propiciado una revolución en la sanidad pública y en los productos farmacéuticos, especialmente en el diagnóstico y prevención de enfermedades. Está cambiando tanto el tipo de cosechas agrícolas como el tipo de alimentación. Tiene también muchos efectos benéficos en el medio ambiente. Los sistemas y organismos vivos tienen la capacidad de reducir, degradar y aún eliminar la contaminación del aire, del suelo y en particular, del agua allí donde el tratamiento biológico es una técnica unificada a través del mundo [Ramírez et al 2000].

La evaluación de las necesidades y las tecnologías aplicables ha demostrado que los proyectos mexicanos sobre el agua han tenido que enfrentar la dificultad de definir normas de calidad para dicho líquido en los términos aceptables de su aplicación en México [OCDE 1997]. Existe la tendencia a basarse en las normas aplicadas en Estados Unidos y en Europa o en las de la Organización Mundial de la Salud. Pero no existe una confirmación respecto a si dichas normas eran las adecuadas para México y si el agua cumple realmente con ellas, tanto en el aspecto químico como en el microbiológico, y si es segura para su aplicación particular. Actualmente es preciso contar con pautas y tecnologías específicas para las necesidades mexicanas y no basarse en lo que es bueno o no en otros países desarrollados de Europa o América del Norte.

Los estudios de caso hasta ahora realizados [OCDE 1997], reflejan una falta importante de uso de la biotecnología. El control y el tratamiento se limitan generalmente al uso de métodos físico-químicos pero sin tomar en consideración los enfoques biotecnológicos modernos, tales como la detección de patógenos específicos. En ninguno de los diseños de las instalaciones más importantes de tratamiento de aguas utilizadas en el Valle de México se ha incluido un tratamiento biológico secundario. No existe un uso extensivo de tratamientos aeróbicos/anaeróbicos, pero existen planes para la remoción de lodos de alcantarillado y el uso de filtros de arena que eliminan determinados patógenos. Sin embargo es preciso ampliar las consideraciones respecto a qué hacer con el lodo de alcantarillado que se elimina con tratamientos físicos, y si se cumple de esta manera con las necesidades de calidad del agua [OCDE 1997].

Existe un vínculo directo entre una depurada sustentabilidad y una aplicación más amplia de la biotecnología en el área medioambiental, lo que debe también ofrecer una ocasión para mejorar la calidad del agua. La biotecnología posee la mayor posibilidad de éxito, ya sea aplicada a los problemas de tratamiento del agua o de la salud pública siempre que se la aplique de manera global e interdisciplinaria.

Las opciones proporcionadas por la biotecnología, combinada con otros métodos físicos y químicos considerados como pertinentes, constituyen el único camino para enfrentar la

calidad del agua y la salud pública en una escala global. Son prioritarias una mejor supervisión de la salud y la investigación de la explosión de las epidemias. La biotecnología está proporcionando instrumentos cada vez más afinados para vigilar, detectar, identificar, modelar predecir y evaluar el riesgo a la vez del agua corriente y de las enfermedades emergentes causadas por microorganismos transportados por el agua.

Es de gran importancia la necesidad de estudios de casos internacionales con apoyos destinados al cotejo, almacenaje y diseminación de la información epidemiológica. En tal contexto, es necesario que organizaciones internacionales como la OCDE o la ONU desarrollen bases de datos. La biotecnología proporciona en última instancia los instrumentos para enfrentar las cuestiones de salud pública asociadas con el agua contaminada, ya sea subterránea, de superficie, acuífera u oceánica. Son disponibles ahora técnicas biotecnológicas eficaces de evaluación y control para rastrear células aisladas o componentes de microorganismos tales como ácidos nucleicos.

En la actualidad la biotecnología se usa principalmente para tratar la contaminación, ya sea del suelo, del aire o del agua una vez que se ha producido. Especialmente en el área del tratamiento del agua, los procesos biológicos han demostrado ser eficaces en relación con su costo, además de benévolos desde un punto de vista medioambiental. Se los percibe como naturales y, por tanto, son más fácilmente aceptados. Se los puede utilizar para degradar materiales que no se pueden tratar por medios físico-químicos, y su flexibilidad en respuesta a circunstancias cambiantes los vuelve válidos de manera única para el tratamiento de efluentes industriales mezclados con domésticos. Además de eliminar grandes cantidades de contaminantes, las técnicas biológicas son válidas para contaminantes muy específicos difíciles de eliminar por otros medios.

Una posterior ventaja de la biotecnología reside en el tratamiento de fuentes extensas de contaminación (difusas), por ejemplo aguas subterráneas y capas acuíferas contaminadas. Estas tecnologías medioambientales benévolas no sólo son eficaces en relación con su costo, sino que proporcionan también cabales oportunidades de aplicación *in situ*. La tecnología de la biorremediación está siendo utilizada en el presente y se ha demostrado su uso a través de una serie de importantes estudios de casos, como por ejemplo el del Exxon Valdez. La ventaja esencial de la biotecnología consiste en su contribución a la meta de protección primaria del ecosistema global, en primer lugar un sistema global de prevención de la contaminación.

Se requieren estudios posteriores para establecer nuevas biotecnologías emergentes y más precisas, que reemplazarán los actuales métodos imprecisos utilizados para la evaluación del riesgo. Los obstáculos tecnológicos difieren en los países desarrollados y en los países en desarrollo. Por ejemplo, los estudios de desinfección, transporte y destino en el sistema del agua incumben a los países desarrollados, mientras que la purificación y la distribución básicas son de primera importancia en los países en desarrollo.

Para impulsar la sustentabilidad, los gobiernos deberían apoyar, a corto plazo, la aplicación de la biotecnología en la prevención de la contaminación y la recuperación de recursos y, a largo plazo, trabajar a favor de tecnologías más limpias.

El amplio uso de la biocatálisis reducirá en forma inevitable la producción de desechos, y por lo tanto conducirá a una calidad mejorada del agua, por lo que es necesario estimular que

los programas gubernamentales utilicen esta tecnología. Hace falta desarrollar mejores procesos de ingeniería y, al mismo tiempo, mejorar la educación tanto de los ingenieros de procesos como la de los responsables de elegir nuevos procesos en la importancia que puede tener la nueva biotecnología.

La OCDE y el CONACYT organizaron un taller sobre Biotecnología, Uso y Conservación del Agua en nuestro país, en el año de 1996 [OCDE 1997]. En este taller se comentó que en el decenio de 1970, las cuestiones sobre el agua ocuparon una situación privilegiada en la agenda internacional. En el decenio de 1980, las políticas medioambientalistas parecieron desplazarse hacia problemas de desertificación, urbanización y cambios climáticos. Sin embargo se apreció que siguió teniendo mayor importancia los problemas del agua. Fue hasta 1987 cuando se realizó el Taller de expertos sobre Consumo Sustentable del Agua, en Sidney Australia y el enfoque de la reunión en México se consideró como una contribución a la reunión australiana.

A pesar de los grandes esfuerzos realizados para proteger el agua de superficie y subterránea en los últimos decenios, las amenazas sobre su calidad siguen latentes. Hablamos no sólo de los organismos patógenos transmitidos por el agua, sino también de los subproductos resultantes del uso del cloro y de otros desinfectantes. En América Latina se presentaron varias epidemias graves de cólera en la década de 1990 y la Organización Mundial de la Salud estima que dos millones de niños mueren anualmente en los países en desarrollo por enfermedades vinculadas con el agua contaminada. Es urgente y prioritario realizar investigaciones interdisciplinarias para atender aspectos de la calidad y la cantidad del uso del agua.

La calidad de las aguas subterráneas se ha deteriorado en diferentes sitios debido a los vertidos que se han realizado de combustibles y residuos químicos en los suelos del área de influencia. En varios países como Japón, Reino Unido y Estados Unidos de América, se han desarrollado técnicas de biorremediación en el terreno, con una considerable capacidad de extracción de contaminantes de las capas acuíferas, técnicas utilizadas para limpiar los componentes volátiles del cloro que contaminan las aguas subterráneas y el suelo. La ventaja más importante de la biorremediación consiste en que los contaminantes orgánicos pueden ser transformados y, en algunos casos, ser completamente degradados. Comparadas con otras tecnologías de restauración, la de la biorremediación es a la vez segura y económica. En esta línea de investigación debe considerarse que cada lugar posee sus propias características, de modo que cada caso de contaminación debe ser considerado como único. El conocimiento técnico general existe pero cada enfoque debe ser específico para cada sitio. Existe además, la necesidad de demostrar su utilización en gran escala en lugar de quedar limitados al nivel laboratorio, y de emplear técnicas físico-químicas, donde se requiera.

Por lo que respecta a las aguas superficiales, se ha explorado en forma extensa [OCDE 1997], el empleo de la fitorremediación y, en forma específica, las marismas o cañaverales con el fin de tratar grandes volúmenes de agua que contengan relativamente escasas concentraciones de contaminantes. La fitorremediación es una tecnología de relativo bajo nivel; de ahí una opción de bajo costo que puede ser particularmente apta para países en desarrollo. Los sedimentos contaminados pueden ser fuente de contaminación para las aguas superficiales. Aun no existen tecnologías comprobadas in situ a favor de la biorremediación de sedimentos y, en consecuencia, necesitan ser retirados antes de ser

tratados. Las técnicas corrientes de lavado incluyen combinaciones de procesos químicos, físicos, biológicos y termales.

La contaminación antropogénica de los ecosistemas marítimos, incluyendo ríos, bahías, estuarios y otras zonas litorales, es una consecuencia de la gran importancia para el medio ambiente global y que desde luego requiere atención. Se ha sugerido un cierto número de opciones de biorremediación, que incluye a la vez plantas marítimas y microorganismos. Por otra parte el empleo de microalgas puede proporcionar una tecnología nueva y eficaz en relación con su costo para tratar contaminantes transportados por agua. Se requiere de un esfuerzo coordinado en el plano internacional para demostrar la factibilidad de tales conceptos y para obtener datos operativos por medio de proyectos de demostración in situ. En el caso de entornos contaminados.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) ha realizado estudios de concentración simultánea de virus y bacterias en aguas y su detección por PCR [Ramírez et al, 2000]. En estos trabajos han obtenido resultados preliminares en la concentración simultánea de enterovirus y *Vibrio cholerae* O1 toxigénico en aguas, mediante el uso de filtros electropositivos y la detección por el método de reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

RYP. 2 PROPUESTA DE TEMAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En congruencia con los once retos definidos en el Segundo Foro del Agua, celebrado en la Haya en el año 2000 [UNESCO 2001], y con las necesidades nacionales detectadas a través del diagnóstico presentado en esta tesis, y considerando como base la selección de temas considerados prioritarios a través de la justificación de rubro inmediato anterior, a continuación se presenta la propuesta de líneas de investigación que se juzga pertinente, deben ser desarrolladas bajo el concepto de cuencas y subcuencas hidráulicas, a fin de ser participes en el gran movimiento internacional, que pretende “Poner fin a la explotación insostenible de los recursos hídricos, formulando estrategias de ordenación de esos recursos en los planos regional, nacional y local, que promuevan un acceso equitativo y un abastecimiento adecuado”, según se manifestó en la Declaración del Milenio de la Naciones Unidas.

INVESTIGACIÓN BÁSICA

- Educación y Desarrollo Profesional
- Hidroinformática
- Hidrología básica
- Instrumentación para Investigación Hidráulica
- Mecánica de Fluidos (turbulencia; flujos turbulentos o laminares en dos fases; fenómenos de transporte, problemas de interfase, problemas interdisciplinarios)
- Métodos Experimentales y Modelación Física
- Métodos Probabilísticas

GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

- Ahorro de agua en los sistemas de riego y drenaje
- Calidad del agua. Nuevos métodos de tratamiento del agua contaminada y reuso. Efectos de la extracción del agua subterránea sobre la salinidad de flujos, cultivos y cuerpos de agua.
- Caos
- Captación de agua evaporada
- Clima urbano y su relación con la contaminación atmosférica
- Cultura del uso eficiente del agua. Establecimiento de cuotas y tarifas
- Desalinización de agua
- Desarrollo de sensores económicos, fiables y de alta precisión para medir tirante- gasto, con teletransmisión
- Equipos de perforación y bombeo
- Estudio de los movimientos y deformaciones de la corteza terrestre con ayuda de GPS
- Geomática. Entendida como el enfoque de gestión de datos con referencia espacial, que utiliza la ciencia y la tecnología vinculadas con la adquisición, estructuración procesamiento y difusión de datos, a fin de disponer de mapas y cálculos confiables sobre estado y evolución de cada cuenca.
- Hidráulica ambiental
- Hidráulica urbana. Suministro de agua, sistemas de alcantarillado, tratamiento de aguas negras, control de la contaminación.
- Impacto en la salud y en el medio ambiente, evaluando el uso del agua de baja calidad en la agricultura de riego.
- Interacción océano- atmósfera
- Legislación y administración de los usos y aprovechamientos del agua

- Modelos para cuantificar el requerimiento óptimo de agua en los cultivos
- Modelos para estudiar los efectos del cambio climático, sobre los recursos hídricos
- Modelos y métodos de prueba, para determinar los valores de conductividad hidráulica y almacenamiento en sistemas acuíferos
- Planeación integral de los recursos en grandes cuencas
- Planificación y explotación sustentable de cuencas internacionales
- Procesos termodinámicos en la plataforma continental de las costas mexicanas
- Rehabilitación y modernización de los sistemas de riego
- Sensores de flujo en superficie libre y a presión
- Sequías y régimen de precipitación e inundaciones
- Sistemas de captación de agua de lluvia y su aprovechamiento en zonas urbanas
- Tecnología para la regulación y uso de agua salina y contaminada

GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO

- Estudio de la influencia de los factores económicos y actividades productivas de la dinámica social que generan y propagan la vulnerabilidad
- Información geográfica orientada a la prevención de desastres, asociada a bases de datos
- Modelos numéricos para la generación de mapas de vulnerabilidad
- Monitoreo de “El Niño” y sus efectos
- Políticas de ordenamiento territorial
- Pronóstico oceanográfico
- Sistemas tecnificados de vigilancia, alerta, alarma y evacuación
- Tipologías de desastres y sus consecuencias
- Trayectorias de ciclones

GESTIÓN INTEGRAL DE ZONAS COSTERAS

- Administración portuaria integral
- Calidad total en puertos
- Desarrollo portuario
- Diseño de plataformas petroleras en los litorales de la República Mexicana
- Hidráulica fluvio-marítima. Transporte de sedimentos, morfología de ríos, estabilidad de canales, protección contra avenidas, modelos físicos y numéricos.
- Hidráulica marítima. Protección de la línea costera, hidrodinámica marítima, estructuras off shore, modelos físicos y numéricos.
- Informática portuaria
- Ingeniería portuaria
- Normatividad para proyecto, construcción y conservación de infraestructura para transporte marítimo
- Transporte y flujo de hidrocarburos a mayores profundidades de extracción.

ENERGÉTICOS

- Control, protección y estabilidad en las plantas generadoras.
- Desarrollo de tecnología apropiada para el uso de la energía mareomotriz como fuente energética.
- Diagnóstico de la situación actual del uso de la hidráulica en las plantas generadoras de energía eléctrica.
- Diagnóstico del estado actual del uso de la energía mareomotriz nacional e internacional.

- Estudios de optimización del uso de los recursos hidráulicos para la generación energética.
- Fenómenos de los fluidos en variaciones de energía
- Flujos industriales en dos fases
- Identificación de las zonas potencialmente utilizadas en la generación de la energía mareomotriz.
- Máquinas hidráulicas y sistemas
- Utilización de la micro hidráulica

BIOTECNOLOGÍA PARA USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA

- Biocatálisis
- Biomarcadores
- Biorremediación
- Fitorremediación

Los temas y líneas de investigación mencionados son una propuesta que invita a la reflexión sobre los asuntos que se deben atender en este país con un enfoque social, si se quiere enfrentar con éxito el problema del recurso agua. Existen grupos de investigadores que ya están atendiendo parcialmente este problema, sin embargo el compromiso es mayor y los recursos económicos, humanos y de infraestructura física no son suficientes. Las universidades no están promoviendo la creación de posgrados que preparen los cuadros de profesionistas e investigadores que, con creatividad y honestidad, en una situación de crisis financiera y política permanente, asuman con éxito un reto que se antoja mayor a la crisis de la nacionalización de la industria del petróleo o de la industria eléctrica que les correspondió resolver a otras generaciones de ingenieros.

CONCLUSIONES

La investigación en ingeniería hidráulica ha sido un elemento importante en el desarrollo integral de nuestro país, que aún no ha sido valorado en su justa dimensión, ni aprovechado en todo su potencial. La vocación de servicio hacia la sociedad, que ha caracterizado a la ingeniería mexicana, se refleja evidentemente en las actividades de investigación, mismas que han proporcionado de manera acertada y oportuna, aportaciones tecnológicas de igual relevancia que los logros desarrollados por generaciones de ingenieros en el ejercicio de la profesión. Sin embargo, la investigación en ingeniería hidráulica, realizada con rigor científico en nuestro país, es relativamente reciente, y se ha desempeñado con recursos humanos, económicos y de infraestructura física limitados. Adicionalmente, no siempre se obtienen resultados, que a pesar de su relevancia técnica, se puedan o se quieran publicar, patentar o difundir abiertamente, debido a diversos factores, tales como la falta de foros adecuados, limitada tradición en escribir artículos científicos y técnicos, desconocimiento de los procedimientos de registro de patentes o bien por las cláusulas de confidencialidad a las que obligan las diversas agencias públicas o privadas que otorgan financiamiento a la propia investigación. Es por estas razones, que los criterios de medición del impacto de la investigación hidráulica, deben ser diferentes a los utilizados en otras áreas del conocimiento, y se deben aplicar criterios "ad hoc" que incluyan y ponderen adecuadamente todos los beneficios económicos, sociales, educativos y técnicos de los resultados de la investigación hidráulica.

Considerando los resultados presentados a través del Compendio Estadístico de Ciencia y Tecnología publicado en enero del 2004 por la OCDE, y que México está siempre en los últimos lugares de la escala mundial en aspectos relacionados con la productividad en ciencia y tecnología, nuestro país no debería estar en la OCDE y debería recibir a cambio los beneficios de los apoyos internacionales para un país que aún está en vías de desarrollo.

El diseño de indicadores para la investigación ha estado marcado por la bibliometría, centrado en individuos o en equipos. Esta forma de evaluación fue desarrollada desde los años sesenta. Es importante señalar, sin embargo, que fue hasta los años ochenta cuando llegó a formar parte explícita de la evaluación de la investigación. Este sistema de evaluación se basa en dos categorías principales: el número de publicaciones y el análisis de citas. El sistema de evaluación dio lugar a la publicación del Science Citation Index, desde 1961. Como tal, el sistema existe en los Estados Unidos desde los setenta, pero llegó a ser famoso con los trabajos de John Irvine y Ben Martin en los ochenta, quienes hicieron estudios exhaustivos de equipos de investigación que trabajaron con aceleradores de partículas y en observatorios. Esta forma de evaluar la investigación se convirtió en el modelo central en los ochenta y noventa. Aún con pequeñas modificaciones y adaptaciones en distintos países, el modelo central es casi idéntico en todo el mundo. Esta información es sumamente útil, pero la aplicación de indicadores tiene grandes limitaciones. Las limitaciones se pueden resumir de la siguiente manera: Los indicadores sólo se deben aplicar a grupos de investigación, no a individuos, y se puede únicamente comparar campos o actividades prácticamente idénticos. Comparar con los mismos indicadores campos distintos nos obliga a perder objetividad. Los indicadores solamente dan una impresión parcial de la realidad. Para tener un panorama completo, se requieren formas de evaluación adicionales.

Es necesario el desarrollo de un modelo específico e individual de evaluación de la investigación y la docencia en hidráulica, en los ámbitos nacional, regional e institucional, que sea capaz de integrar la revisión de los recursos humanos de alto nivel y productividad científica, así como la elaboración de sistemas de información eficientes y procesos técnicos adecuados. Los aspectos más relevantes a revisar en cada institución deberán ser, entre otros que se consideren de alto impacto, los siguientes: La existencia y el tamaño de los grupos de investigación, contrastado contra el número de individuos reconocidos como investigadores; el salario y las percepciones adicionales de los investigadores frente a otros sectores internos (funcionarios académicos) o externos (profesionistas); infraestructura física y equipamiento (nivel de modernidad y funcionalidad); cantidad y calidad de alumnos disponibles y los sistemas de retención (becas, premios, estancias, apoyos bibliohemerográficos, etc.); la duración y complejidad de los trámites para el otorgamiento de apoyos económicos aplicados directamente a la investigación; la existencia de posgrados que formen parte integral de los grupos de investigación; la existencia y factibilidad de una política institucional de investigación que proporcione un apoyo adecuado en cantidad, calidad y oportunidad. Existe la necesidad de modificar el enfoque del uso de indicadores, lo cual implica cambiar hacia un sistema de calidad continua, que evalúe grupos y condiciones institucionales, es decir debe buscarse un "sistema de mejoramiento". Los indicadores propuestos por los diferentes autores ya citados en capítulos anteriores, apoyarán en la elaboración de una evaluación integral de la investigación realizada, solo si se aplican considerando la situación particular de cada institución o grupo de investigación.

En el mundo empresarial y en el ámbito del desarrollo profesional, los trabajos científicos son vistos con mucha desconfianza; limitadas son las instancias que quieren invertir en el desarrollo científico y más grave aún, existe quien lo considera dinero mal invertido. En el mejor de los casos, existen funcionarios gubernamentales que por haber tenido contacto con estudios de posgrado y actividades de investigación, piensan que es necesario invertir en aspectos relacionados con la ciencia, debido a que contribuyen al avance de nuestra independencia científica y tecnológica.

Desde el punto de vista de los científicos nacionales y en particular los que se ubican en el ámbito hidráulico, el gobierno no apoya con suficiencia y oportunidad las actividades de investigación, ni la respectiva difusión y transferencia de resultados; además la industria nacional con gran espíritu comercial, no tiene interés en destinar recursos económicos para desarrollar el conocimiento, como único propósito.

Los científicos nacionales, incluidos los del área hidráulica, están convencidos de que la ciencia va a la vanguardia de la tecnología y, por lo tanto, es factor fundamental en el desarrollo industrial independiente de cualquier país. Por lo anterior, es obligado comparar porcentajes de inversión en ciencia entre diferentes países y, observar que estos se mantienen muy bajos en nuestro país, con respecto a los mismos países en vías de desarrollo y desde luego con los desarrollados.

Sin embargo, con notables excepciones, las temáticas de la gran mayoría de las investigaciones realizadas en las principales universidades y tecnológicos de nuestro país, realmente están muy distantes de querer lograr avances relevantes en la ciencia, ya que un gran porcentaje se limita a reproducir con pequeños recursos, investigaciones realizadas por grupos extranjeros con gran apoyo financiero, lo cual limita al no ofrecer beneficios reales a la industria o al sector social, el cual también requiere de un apoyo inmediato. Tal vez, ésta

sea una explicación de que en muchas áreas del conocimiento nadie esté al pendiente de lo que descubren o inventan los científicos mexicanos.

Por lo anterior, es necesario que una parte importante de los trabajos científicos y tecnológicos, sobre todo en el ámbito hidráulico, sean lo suficientemente concretos y significantes en términos de nuestra población, para que se informen y se interesen en el beneficio que aporta el quehacer científico y tecnológico. De esta manera se logrará rescatar la confianza en el desarrollo del conocimiento formal, el cual puede y debe beneficiar al ciudadano común, en una forma concreta.

Con relativa facilidad podrían realizarse investigaciones que resolvieran necesidades primarias, científicamente no resueltas y cuyos resultados fueran reconocidos por la sociedad, incitando a los emprendedores, generando empleos. Lo anterior, tendría como consecuencia que la investigación fuera autofinanciable.

La investigación científica debe constituir una de las principales fuerzas motrices del desarrollo de nuestro país. Específicamente la investigación hidráulica tiene influencia suficiente en este desarrollo para considerarla una prioridad nacional y sobre todo un asunto de seguridad nacional. La planeación del desarrollo de la investigación debe considerar entre otros factores, los siguientes:

1. Definir una política de investigación científica y tecnológica que forme parte de una estrategia general del desarrollo nacional. Deben eliminarse las tendencias a considerar a la ciencia y a la tecnología como deshumanizante.
2. Incluir una política financiera específica que permita disponer en forma oportuna y continua los recursos que deben asignarse a la investigación.
3. Elaborar una política nacional en ciencia y tecnología en la que realmente participen, además del CONACyT, las diferentes instituciones que efectúan investigación, los científicos que la realizan y representantes de los sectores productivos y sociales, que requieren de soluciones a través de la investigación. La participación de los representantes de las instituciones que otorgan financiamiento, las instituciones que realizan investigación, los científicos y los usuarios, sería en cada uno de los niveles de acción, tales como definición de sus bases, objetivos, diagnóstico, estrategias, prioridades, normas y mecanismos.
4. Tener especial cuidado para que el gasto en administración de la ciencia sea el mínimo adecuado a la inversión total de las instituciones.

Es evidente la necesidad de vincular de manera efectiva la investigación científica con programas ligados al sistema productivo y al bienestar social. Para ello debemos considerar, entre otros aspectos, los siguientes:

- Orientar las actividades de investigación hacia objetivos concretos de desarrollo económico y social de México, sin descuidar los aspectos de ciencia fundamental.
- Formular programas de investigación que se efectúen con base en problemas concretos, con enfoque interdisciplinario y particularmente orientado al conocimiento, evaluación y explotación de los recursos naturales.
- Identificar el tipo y magnitud de las omisiones que existen dentro de la propia investigación que se realiza, con el fin de ir satisfaciendo las necesidades más apremiantes de los usuarios.
- Diseñar un sistema eficaz para que, a medida que se desarrollen las capacidades científicas y tecnológicas, sean puestas a disposición de los usuarios a fin de interesarlos en el consumo del producto científico nacional.
- Evaluar el impacto de las investigaciones dentro del proceso del desarrollo global del país para corregir rumbos, cuando sea necesario, y dar calidad y orientación que debe tener la ciencia en un país como el nuestro.
- Evaluar el impacto social de la investigación, ya que consideramos a la ciencia como una actividad que tiene fines en sí misma y como factor dinámico de desarrollo socioeconómico.

La investigación hidráulica debe ser considerada un elemento de seguridad nacional y debe recibir financiamientos y apoyos diversos en esa proporción, debido a que los impactos que ha generado desde el mejoramiento de sistemas de riego para incrementar la producción de alimentos, la modelación de obras de infraestructura hidráulica, portuaria, de generación de energía eléctrica, etc., han permitido que nuestro país alcance niveles de desarrollo tal, que han contenido en gran medida la posibilidad de un estallido social, provocado por el rezago generado por el sistema político hegemónico, hasta hace algunos años. Los recursos hídricos en México no son sustentables y la investigación hidráulica es un elemento importante que puede contribuir a lograrlo.

La investigación hidráulica puede mejorar y tener resultados de mayor impacto si se concibe la organización de una Red de Instituciones de Educación Superior (IES), Centros de investigación y Laboratorios que a través de políticas de investigación hidráulica nacionales, concretadas en líneas de investigación, como las propuestas en este trabajo, y con el intercambio y colaboración de sus cuadros de investigadores, docentes, técnicos, equipos e instrumentación, puedan lograr la optimización de recursos en momentos de recesión económica, como los que estamos viviendo, con un enfoque de servicio social, nacionalista y que refleje el verdadero nivel de la investigación hidráulica, que en nuestro país y desde hace ya varias décadas es de primer nivel, comparado con los estándares internacionales, lo cual se demuestra con los artículos publicados en revistas de arbitraje internacional y los trabajos presentados en los diferentes foros mundiales, que aunque son limitados en cantidad, poseen reconocimiento por su calidad. Lo más importante, es que nuestro propio

país ha sido un gran laboratorio, en el cual se han tenido que resolver sobre la marcha, una serie de problemas que no han podido esperar respuesta tardía, como ha sido la construcción de grandes acueductos a través de un territorio accidentado, con las obras de contención, captación, conducción, tratamiento y bombeo requeridas; así como la construcción de obras portuarias en terrenos que han requerido grandes volúmenes de dragado, obras de relleno, habilitación de zonas de maniobra marítimo- terrestre, apoyándose en estudios de hidrodinámica marítima; y desde luego, de gran impacto para la economía nacional, las obras off shore para la construcción de plataformas marítimas y en general todas aquellas obras hidráulicas, costeras y portuarias relacionadas con la investigación, explotación y refinación del petróleo, recurso que ingresa una tercera parte del presupuesto público; los trabajos de prevención de desastres que aún cuando han sido modestos por recientes, cada día se avanza en la consolidación de infraestructura, preparación de recursos humanos y con desarrollos de software e instrumentación para consolidar la cultura de la prevención que tanta falta hace en nuestro país; etc.

La emisión de las Convocatorias para otorgar Fondos Sectoriales- CONACyT y los Convenios del propio CONACYT con los gobiernos estatales, a fin de otorgar recursos económicos para la realización de proyectos de investigación que resuelvan problemáticas nacionales y regionales muy específicas, es un gran avance en la definición de una política de investigación nacional y particularmente, en lo referente a investigación hidráulica, se establece con mucha precisión la problemática que deberá ser atendida a través de los diferentes grupos que realizan investigación hidráulica en nuestro país, reto que debe atenderse con calidad y eficiencia, si no se desea que grupos extranjeros tengan que intervenir para darles atención, lo cual ya ha ocurrido en otras etapas del desarrollo nacional, como han sido los estudios para algunos puertos y centrales de generación eléctrica, solo por citar algunos ejemplos.

Es importante señalar que, los temas y las líneas de investigación propuestas en este trabajo, no las puede ni las debe desarrollar un grupo aislado de investigadores, la interacción obliga a formalizar el trabajo e intercambio interinstitucional, con el consecuente reconocimiento y otorgamiento de créditos compartidos, situación que se presenta de manera informal, con las limitaciones inevitables que trae como consecuencia este tipo de relación.

Este trabajo de tesis nos permite obtener como una conclusión importante, la necesidad que trabajar en grupos formales interinstitucionales a través de una red de centros e instituciones que actualmente realizan trabajos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica en el ámbito hidráulico. El CONACYT ya inició la promoción para la integración de estos centros y la experiencia nos muestra los intercambios y colaboraciones informales que diferentes grupos que trabajan en el medio hidráulico, han venido desarrollando desde décadas anteriores, por ejemplo, el IMTA con diferentes instituciones de educación pública como el IPN y la UNAM, las Secretarías de Marina, SEMARNAT, SEDUE, SAGARPA, y organismos descentralizados como el IMP, PEMEX, CFE, etc., con instituciones de educación pública y privada, y los laboratorios del sector público y descentralizados.

Con respecto a la evaluación del posgrado en hidráulica, deben considerarse al menos las siguientes variables: alumnos, egresados, planta docente, plan y programa de estudio, administración, entorno institucional, impacto social y vinculación. Las metodologías propuestas por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado y por el propio

CONACYT, son las que permiten una evaluación integral del posgrado, siempre y cuando se considere la situación regional de cada institución que imparta el programa. La vinculación posgrado-investigación es de gran importancia para dar congruencia al proceso de evaluación.

La educación de posgrado en ingeniería hidráulica, tiene una función muy importante para reforzar los recursos humanos de los centros, instituciones y laboratorios de investigación hidráulica, sin embargo hemos podido apreciar que el conjunto nacional está en crisis, sin tener acceso a las becas y apoyos que ofrece el CONACYT, al no cumplir los requisitos de productividad requeridos. Seguramente por las características de esta área, los parámetros de medición e indicadores deberían ser otros, sin embargo, es importante definirlos y considerar una metodología de evaluación para los posgrados del área hidráulica, que no puede excluir los ejes que se mencionaron en el capítulo respectivo, relacionados con la calidad de la planta docente, características y magnitud de la matrícula en función de la planta docente, pertinencia y actualización de los planes y programas de estudio, vinculación con la investigación y con los planteamientos de solución a los problemas nacionales, internacionalización y acreditamiento y desde luego eficiencia terminal adecuada. La colaboración estratégica interna y con otras instituciones nacionales y extranjeras es la única opción viable para crecer en un ambiente de permanente crisis económica o al menos de recesión. Los posgrados nacionales en ingeniería hidráulica han sido alejados de la realidad nacional y de los laboratorios (físicos e informáticos), lo cual ha generado que no sean una prioridad en los estudiantes que egresan de las diferentes licenciaturas, ni para los profesionales en ejercicio. La creación de posgrados interinstitucionales (nacionales e internacionales) aparece como una opción adecuada para aprovechar los recursos humanos, físicos y presupuestales, en una época de crisis económica constante, asociado a una necesidad de reconocimiento, acreditación e internacionalización en la globalización de la educación.

Es importante concluir que es urgente satisfacer la necesidad de generar nuevos programas y reestructurar los que ya existen en ingeniería hidráulica, bajo un enfoque multidisciplinario, atendiendo a la búsqueda del desarrollo sustentable, conjuntando elementos de ingeniería ambiental, desarrollo integrado, educación ambiental, gestión de cuencas, del riesgo, de ecosistemas y particularmente de zonas costeras. La incorporación de materias relacionadas con la legislación hidráulica y ambiental es una necesidad apremiante, debido a la velocidad de los cambios en esta área y las consecuencias de su incumplimiento. Esta revisión permitirá vincular los programas de posgrado con las necesidades de los sectores productivos nacionales, a través de la formación de personal altamente capacitado que se inserte rápidamente en los grupos acreditados que están intentando influir en la solución de los nuevos retos que impone la globalización. Ese mismo perfil de egreso será el principal promotor para mantener y aumentar la matrícula, al ofrecer una perspectiva más prometedora de desarrollo profesional y de investigación a los alumnos involucrados.

Los cuatro ejes estructurales Programas de Posgrado, Matrícula, Infraestructura Física y Planta Docente deben tener una consolidación uniforme y en sincronía, vinculados con las actividades de investigación científica y tecnológica y con los sectores productivo y social, a fin de darle fortaleza a los posgrados que tienen como objetivo preparar recursos humanos capacitados para resolver problemas de índole estratégica y de seguridad nacional como lo es el problema del recurso agua.

Finalmente, debe considerarse la aplicación de nuevas tecnologías para la enseñanza, principalmente las nuevas plataformas telemáticas para la educación a distancia tales como Internet II, las redes inalámbricas para acceso remoto a Internet desde puntos remotos, el uso de datacasting que es el envío de datos a través de canales broadcast, el uso de personal digital assistant (PDA) palm-pc; uso de la banda ancha comercial sobre cobre (DSL) y la tecnología por objetos. Es importante mencionar que el ITESM cuenta actualmente con 519 sedes de educación a distancia (nacional e internacional) y atiende a 44,200 alumnos al año, de los cuales 6,733 son alumnos de las maestrías virtuales.

Los indicadores de evaluación que ha impuesto el CONACYT son polémicos y no se ajustan totalmente a lo que se desarrolla en el ámbito de la ingeniería hidráulica, sin embargo es un primer modelo que deberá ser ajustado a los resultados y productos característicos del área hidráulica, no obstante, lo que no podemos dejar de hacer, para darle una justa dimensión a las acciones de investigación y posgrado en hidráulica, es analizar la valoración de la calidad de la planta docente a través de los productos específicos de su investigación (patentes; publicaciones científicas, técnicas y de divulgación; proyectos vinculados; servicios de asesoría; formación de recursos humanos en diferentes niveles; alumnos graduados; presentaciones en congresos; libros científicos, técnicos y de divulgación; desarrollos tecnológicos; software; instrumentación, innovaciones y adecuaciones tecnológicas, etc.); la pertinencia de los programas de posgrado, medida a través de la actualización de sus planes y programas de estudio que satisfagan las demandas de los diferentes sectores de la sociedad, cantidad de alumnos que demandan el programa y los mecanismos de selección de la matrícula, alumnos graduados en tiempos programados y que económicamente sean viables tanto para el alumno como para la institución, y la ubicación de sus egresados a través de un programa de seguimiento oportuno y veraz. La internacionalización de los programas de posgrado, los programas interinstitucionales y la educación "on line", a través del campus virtual, son elementos que caracterizaran la universidad del futuro, por lo cual deberán considerarse, como herramientas que fortalezcan los programas de posgrado en hidráulica.

SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS

La problemática del recurso agua es muy compleja y las propuestas de solución deben ser integrales, derivadas de la interacción de grupos interdisciplinarios de los diferentes centros e instituciones nacionales, públicos y privados que realizan investigación en este ámbito. El IPN en particular debe integrar un grupo institucional de investigadores que trabaje de forma coordinada intra e interinstitucionalmente en la búsqueda de soluciones que impacten en el ámbito nacional en la sustentabilidad de los recursos hídricos, todo esto con un apoyo real y decidido en los aspectos político y económico.

Para lograr una gestión sustentable del agua, será necesario fomentar la convicción de la conservación del agua entre los usuarios, así como una mayor conciencia para poseer disposición a pagar por los servicios hidráulicos. Por este motivo deberán desarrollarse estudios que deriven en acciones concretas que contribuyan a establecer una sólida cultura del agua. La participación de las IES y centros de investigación es de vital importancia y deberán definir programas de investigación y posgrado estratégicos de muy alta prioridad que formen recursos humanos y desarrollen proyectos vinculados que aporten alternativas de solución para lograr la sustentabilidad de los recursos hídricos.

Otro aspecto importante que debe atenderse es el seguimiento y evaluación de los resultados de los Consejos de Cuenca (25 al mes de octubre del 2002), así como de las comisiones y comités de cuenca, a fin de valorar adecuadamente sus resultados y en caso necesario reorientar sus acciones.

El análisis de la Ley de Aguas Nacionales aprobada por el Congreso en mayo del 2003, misma que fortalece la descentralización de la gestión del agua, así como el enfoque integral de cuencas hidrológicas, es un tema pendiente que deberá atenderse considerando la opinión de todos los actores involucrados, elaborando propuestas que incluyan programas específicos de apoyo a la investigación y al desarrollo tecnológico, así como a los estudios de posgrado.

El objetivo del Plan Nacional Hidráulico 1995-2000, de proporcionarle a 86.8 millones de personas, servicios de suministro de agua estuvo muy próximo a cumplirse. En 2002 se proporcionó acceso a 88.3 millones de habitantes. El desempeño ha excedido las metas en las zonas urbanas, pero se ha quedado limitado en las zonas rurales, lo cual requiere, entre otras acciones, la propuesta de "tecnologías adecuadas", que contribuyan a resolver este problema social. El estudio de detalle de la situación y sus alternativas de solución técnica, aprovechando la infraestructura humana y experimental en investigación hidráulica es una tarea pendiente.

Es necesario, que en trabajos futuros, se realice un inventario de los centros e instituciones que realizan investigación en ingeniería hidráulica, en todas sus vertientes; un diagnóstico de sus capacidades instaladas, recursos humanos y experiencia en transferencia e innovación tecnológica en aspectos hidráulicos y; un inventario detallado de todos sus productos derivados de la investigación, realizando un estudio costo- beneficio, incluyendo el impacto social de sus aplicaciones.

Lo anterior conduce a la definición de una propuesta de red de centros e instituciones que compartan instalaciones, equipo, recursos humanos, formación de recursos humanos y que

atiendan problemas específicos integrando sus capacidades y experiencia. Así mismo que concentren, manejen y distribuyan información relevante, que sirva de insumo tanto a las instancias públicas federales y regionales, como para usuarios de otra índole, en los sectores público y privado.

Esta red de centros deberá integrarse respetando las vocaciones originales, sin embargo cada unidad deberá evolucionar en función de sus recursos humanos, económicos y materiales, hacia las necesidades nacionales más apremiantes, que han quedado resumidos en este trabajo de tesis, y considerando las tendencias internacionales que de igual manera se han señalado en capítulos anteriores.

La necesidad de contar con un sistema eficiente de información sobre el recurso agua, es otro punto que debe atenderse en trabajos posteriores. Definir si este sistema debe centralizarse en un centro específico o integrarlo y alimentarlo a través de una red de centros e instituciones, es materia de un profundo análisis. Cualquiera que sea la respuesta, es claro que tendrá que reflexionarse sobre las características y organización de ese centro o red de centros, la personalidad jurídica, esquema de planeación estratégica que incluya visión y misión, infraestructura física y humana, relación con otras dependencias gubernamentales, capacidad de administración de ingresos propios y por tanto de ser autofinanciable, capacidad de captura y procesamiento, recursos especiales de Información y Tecnología de Comunicaciones (software y hardware), productos y servicios a generar, limitaciones de su esquema y usuarios potenciales de los productos y servicios generados. El perfil del IMTA puede aproximarse a lo requerido, si la decisión es centralizar las funciones, o bien si se elige como centro director de la red citada.

Finalmente, es importante reconocer la labor del CONACYT y de la Comisión Nacional del Agua, para promover la creación de redes de centros de investigación y específicamente las redes de investigadores por cuenca hidrológica, por ejemplo de la Cuenca Lerma Santiago que se inició desde el año 2000. Otro trabajo pendiente es proporcionar seguimiento al desarrollo de estas redes específicas para apreciar su consolidación y fortalecimiento de los grupos de investigadores incipientes, que podrían crecer y fortalecerse al abrigo de estas redes.

En lo que concierne a los cursos de posgrado, debe considerarse la tendencia internacional de los programas interinstitucionales, mismos que aún están en proceso de implementación en nuestro país, sin embargo, la propia ESIA - Unidad Zacatenco, ya ha experimentado con el Doctorado Conjunto en Hidráulica Ambiental, impartido en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid, con ventajas académicas y obstáculos administrativos que deberán superarse adecuadamente. La limitada atención que se otorga en el ámbito nacional a los cursos de posgrado que atienden el problema del recurso agua, asociado al reducido número de especialistas con grado académico, complica más la situación, por lo cual se requiere establecer una estrategia para integrar una red nacional de investigadores y docentes del área hidráulica, que participen en uno o varios posgrados, en los cuales se compartan recursos humanos, físicos y presupuestales. Esta red nacional podría tener mayores posibilidades de éxito frente al CONACYT y demás agencias nacionales e internacionales de financiamiento, siempre que exista una decidida voluntad política de las rectorías de la IES para apoyar de forma decidida estos proyectos con recursos suficientes oportunos y constantes a través del cambio de autoridades.

BIBLIOGRAFÍA

1. [AIE 2000] Agencia Internacional de Energía. *“Hydropower and the Environment: Present Context and Guidelines for Future Action”*. IEA Hydropower Agreement, 2000.
2. [Aldama 2003] Aldama Rodríguez Álvaro. *“Discurso inaugural del XVI Congreso Nacional de Hidráulica y I Simposio Internacional sobre Gestión de Aguas Transfronterizas”* Revista Tláloc. Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH). México. Enero/Abril 2003. Año X. Número 27. pp 10-12
3. [Aldama y Gómez 1996] Aldama Rodríguez Álvaro A. y Gómez Luis. *“Fortalecimiento de la Capacidad Institucional del Sector Agua en México mediante la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Formación de Recursos Humanos”*. IMTA. Jiutepec, Morelos, México, 1996, 20pp.
4. [ANUIES 2001] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). *“Anuario Estadístico 2001. Población Escolar de Posgrado”*. México 2002
5. [Aparicio 2003] Aparicio Mijares Francisco Javier. *“Conclusiones del I Simposio Internacional sobre Gestión de Aguas Transfronterizas”*. Revista Tláloc. Asociación Mexicana de Hidráulica (AMH). México. Enero/Abril 2003 Año X. Número 27. pp 16-19
6. [Beecher 1995] Beecher, J.A. *“Integrated Resource Planning. Fundamentals”*, Journal AWWA, junio, 1995, pp. 34-48. USA
7. [Biswas 1993] Biswas, Asit K. *“Management of International Waters”*. Water Resources Development, Volume 9, Number 2, June 1993, USA, 167 -188 pp.
8. [Blanco et al 2000] Blanco J. y Rangel J. *“La eficiencia de egreso en la IES. Propuesta de análisis alternativo al Índice de Eficiencia Terminal”*. Revista de la Educación Superior. N° 114, abril- junio 2000, pp 7-26
9. [Brena, 2000] Brena Zepeda Jorge e., González Verdugo José A. *“Manejo Digital de Información Geográfica para el Apoyo a Planeación de los Recursos en Cuencas Hidrogeográficas”*. XVI Congreso Nacional de Hidráulica. México 2000. pp. 559-564
10. [CEPAL 1994] Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *“Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable. La Gestión Integrada por Cuencas”*. Segundo Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrológicas. Venezuela 1994

11. [CEPAL 2000] Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. *“La Reducción de la Vulnerabilidad frente a los Desastres”*. México 2000
12. [Chávez 2001] Chávez Zárate Guillermo. *“Agua y Conciencia: Hacia una nueva cultura que considere su carácter finito, vulnerable y vital”*. Tláloc. Revista de la Asociación Mexicana de Hidráulica. Año VIII. Num. 23. Julio- Diciembre 2001. pp.18-22
13. [CNA 1998] Comisión Nacional del Agua- SEMARNAP. *“Los Consejos de Cuenca en México. Definiciones y Alcances”*. México 1998. 42 pp.
14. [CNA 2001] Comisión Nacional del Agua. *“Programa Nacional Hidráulico 2001-2006”*. México 2001.
15. [CNA 2002] Comisión Nacional del Agua. Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA). Revista Tláloc. Año IX. Número 26. Septiembre/Diciembre del 2002. México. pp 9-25
16. [CNA 2003-1] Comisión Nacional del Agua. *Sistema Unificado de Información Básica del Agua (SUIBA). “Estadísticas del Agua en México”*. México 2003.106 pp
17. [CNA 2003-2] *“La UE y América Latina avanzan hacia un acuerdo de asociación en materia del agua”*. Revista Vertientes. Comisión Nacional del Agua. Año 9. Número 92. México 2003.pp6-7.
18. [Collado 1990] Collado J. *“Hidrología Superficial en México: Estado del Arte y Necesidades de Investigación”*. Revista Ingeniería Hidráulica en México. Número especial. Octubre 1990. México. pp. 62-81
19. [Comas 1998] Comas Rodríguez Oscar. *“Elementos Trazadores y Descriptores para la Función Investigación: Una Propuesta Metodológica”*. IV Encuentro Internacional de Estadística. UNAM. México 1998
20. [CONACYT 2003-1] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *“Cierre del ejercicio 2002 y Perspectivas para 2003”*. México 2003. 40pp
21. [CONACYT 2003-2] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *“Indicadores de actividades científicas y tecnológicas”*. México 2003
22. [Cruz 1997] Cruz Cardona Víctor. *“Evaluación de Programas de Doctorado Cooperativo. Pautas y Lineamientos”*. Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP). España. 1997.
23. [Cruz 1999] Cruz Cardona Víctor. *“Guía de Autoevaluación”*. Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP). España. 1999.

24. [Cuenin 1987] Cuenin, S. *"The Use of Performance Indicators in Universities: an International Survey"*. International Journal of Institutional Management in Higher Education. 1987. 11 (2).
25. [D. D. F. 1975] Departamento del Distrito Federal. *"Memoria de la obras del sistema de drenaje profundo del D. F."*. México 1975
26. [Díaz et al., 2000] Díaz Hernández Gabriel, Contreras Ruiz Esparza Adolfo, Pedrozo Acuña Adrián, Silva Casarín Rodolfo. *"Sistema para la evaluación de riesgos oceanográficos generados por ciclones tropicales"*. XVI Congreso Nacional de Hidráulica". pp 121-126. México 2000
27. [Donzier 2000] Donzier, J. F. *"Las Tendencias en la Gestión Moderna del Agua"*. Primera Reunión Nacional de Consejos de Cuenca, México 2000.
28. [FAO 200]. FAO. Instituto Internacional del Agua. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. *"Transferencia de la Gestión del Riego. Directrices"*. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 58. Sri Lanka. 2000
29. [García 2000] García Gómez Javier. *"El Futuro Sustentable de España en el Marco de la Comunidad Europea"*. I Seminario Iberoamericano. Prospectiva sobre Medio Ambiente y Desarrollo. CIEMAD- IPN. México 2000. pp. 21- 53
30. [Garduño y Arreguín 1994] Garduño Héctor y Arreguín Cortés Felipe (Compiladores). *Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua*, UNESCO - ORCYT, IMTA - CNA, México 1994. 104 pp.
31. [Gastélum 2000] Gastélum Pérez Jesús Ramiro. *"Propuesta de Mejoramiento a los Consejos de Cuenca en México"*. XVI Congreso Nacional de Hidráulica. México 2000. pp469-475
32. [Gioda 1999] Gioda Alain. *"Breve Historia del Agua"*. Naturaleza y Recursos. Vol. 35, No. 1, Enero- Marzo 1999. pp. 42-48
33. [Guerrero 1983] Guerrero y Torres Jehová. *Trabajos Selectos de Ingeniería Civil*. Editorial MEXA. México 1983.
34. [Hernández et al 1999]. Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Lucio Baptista Pilar. *"Metodología de la Investigación"*. Mc Graw Hill. México 1999
35. [Herrera 2002] Herrera Ascencio Patricia. *El Agua en el Mundo*. IMTA. Página electrónica.

36. [Holton 1985] Holton Gerald. *“La Imaginación Científica”*. Fondo de Cultura Económica. México 1985.
37. [IAHR 1999] International Association for Hydraulic Research (IAHR). *Research Agenda and Future Topics of Concern*. Zurich Germany. 1999. 40 pp.
38. [Jouravlev 2001]. Jouravlev A. *“Administración del Agua en América Latina y el Caribe en el Umbral del siglo XXI”*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile 2001. 77pp
39. [Levi 2001] Levi Enzo . *“El Agua según la Ciencia”*. Asociación Mexicana de Hidráulica e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México 2001.
40. [Llamas y Custodio 2002] Llamas Ramón y Custodio Emilio. *“Acuíferos Explotados Intensivamente. Conceptos principales, hechos relevantes y algunas sugerencias.”* UNESCO-Asociación Internacional de Hidrogeólogos- Fundación Marcelino Botín. Series ON GROUNDWATER N° 4. Francia 2000.
41. [Martínez 2001] Martínez Austria Polioptro F. *“Paradigmas Emergentes para el Manejo del Agua en el Siglo XXI”*. Revista Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XVI, Número 4, pp. 127-143, Octubre-Diciembre de 2001. México 2001.
42. [Martínez 2002] Martínez Austria Polioptro F. *“Los Principios Rectores de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos”*. Revista Tláloc. Año IX, Número 24, enero-abril 2002. pp 21-25. México. 2002
43. [Mundo 2000] Mundo Molina Martín D. *“Problemática del Agua y el Riego en los Países Subdesarrollados”*. XVI Congreso Nacional de Hidráulica. AMH. México 2000. pp 33-38.
44. [Navarro 1999] Navarro Pineda Juan Manuel. *“Ordenamiento de Cuencas Hidrológicas”*. Reporte Técnico de Año Sabático. México 1999
45. [OCDE 1993] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *“Coastal Zone Management: Integrated Policies”*. Francia 1993.
46. [OCDE 1994] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *“Environmental Indicators”*. Francia 1994
47. [OCDE 1996-1] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *“Environmental Performance Reviews: United States”*. Francia 1996
48. [OCDE 1996-2] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *“Manual de Frascati. Medición de las Actividades Científicas y Tecnológicas”*. Francia 1996.

-
49. [OCDE 1997] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Biotechnology of Water Use and Conservation. The Mexico 1996 Workshop"*. Francia 1997.
50. [OCDE 1998-1] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Environmental Performance Reviews: México"*. Francia 1998.
51. [OCDE 1998-2] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Sustainable Management of Water in Agriculture. Issues and Policies. The Athens Workshop"*. Francia 1998.
52. [OCDE 1998-3] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Water Management. Performance and Challenges in OECD Countries"*. Francia 1998.
53. [OCDE 1998-4] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Water Consumption and Sustainable Water Resources Management"*. Francia 1998.
54. [OCDE 2003] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Estudio sobre el Desempeño Ambiental de México"*. Francia 2003
55. [OCDE 2004] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *"Science and Technology Statistical Compendium"*. Francia 2004.
56. [Ortega et al 2000] Ortega Salazar Sylvia, González Cuevas Oscar, González Brambila Claudia. "La importancia de la formación de doctores en México". Ciencia y Desarrollo. CONACYT. México 2000. Enero/Febrero del 2000. Volumen XXVI. Número 150. pp 49-63
57. [Pereira et al.,1996] Pereira, L.S., Gilley R.J., Jense E.M. *"Research agenda on sustainability of irrigated agriculture"*. J. Irrig and Drain. Engrg., ASCE, 122(3), 172- 177. 1996
58. [Ramírez et al, 2000] Ramírez Víctor, Millán Martha, Gutiérrez Sara, Suárez Hugo. *"Concentración Simultánea de Virus y Bacterias en Aguas y su detección por PCR"*. XVI Congreso de Hidráulica. México 2000. pp 365-370.
59. [REAC 1989] Research and education Administrative Comité. *Research needs in irrigation and drainage*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 122, N°3, pp 715- 721.
60. [Rodríguez et al, 2000] Rodríguez Herrera Roberto, Vázquez Molina Luis. *"La Problemática Hidráulica del País"*. XVI Congreso Nacional de Hidráulica. México 2000. pp. 633-638.

61. [Rodríguez 1989] Rodríguez Gómez Roberto *“Metodología para el análisis demográfico de la eficiencia terminal, la deserción y el rezago escolares”*. En: La trayectoria escolar en la educación superior. Panorámica de la investigación y acercamientos metodológicos. COMPES, ANUIES-SEP, pp. 240-241
62. [Rojas 1983] Rojas Soriano Raúl. *“El Proceso de la Investigación Científica”*. Editorial Trillas. México 1983.
63. [Romo 2003] Romo López Alejandra. *“De la Eficiencia Terminal en la Educación Superior”*. Revista Innovación Académica. Vol. 3, N° 15, julio- agosto 2003. pp 4-15
64. [Sandoval 2000] Sandoval Minero Ricardo. *“Guanajuato avanza hacia la Gestión Integral del Agua”*. <http://www.agua-latina.com/articulos2.html>. México 2000
65. [SEP 1991] Secretaría de Educación Pública. *“Lineamientos Generales para Evaluar y Promover la Calidad de la Investigación Científica, Humanística y Tecnológica”*. Cuaderno #7 de la Serie Modernización Educativa. México 1991.
66. [Shiklomanov 1998] Shiklomanov, I.A. *World water resources at the beginning of the 21 century*. Monograph prepared and submitted to UNESCO, Division of Water Sciences Hydrological Institute, International Hydrological Programme (IHP), UNESCO
67. [Talavera, 2000] Talavera Rodarte Arturo. *“Síntesis de la Problemática Prioritaria Hidráulica Nacional”*. XVI Congreso Nacional de Hidráulica. México 2000. pp. 639-644
68. [Tamayo 1990] Tamayo Tamayo Mario. *“El Proceso de la Investigación Científica. Fundamentos de Investigación con Manual de Evaluación de Proyectos”*. Segunda Edición. Limusa Noriega. México 1990.
69. [Tortolero 2000] Tortolero Villaseñor Alejandro. *“El Agua y su Historia. México y sus Desafíos Hacia el Siglo XXI”*. Editorial Siglo XXI Editores. México. 2000
70. [UNESCO 1998] UNESCO. *“Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción”*. París Francia. 1998. 15 pp
71. [UNESCO 2000] UNESCO. *“Informe sobre la marcha de la preparación del proyecto de plan de la sexta fase del PHI”*. París Francia. 2000. 57pp
72. [UNESCO 2001] UNESCO. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). *“La seguridad del agua: Evaluación preliminar de los avances en materia de políticas desde Río”*. 2001. 38 pp.
73. [UNESCO 2003-1] UNESCO. *“Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Datos y Cifras”*. 2003. Reporte en línea (<http://www.unesco.org/water/wwap>)

74. [UNESCO 2003-2] UNESCO. *“Water for People. Water for Life. The United Nations World Water Development Report”*. 2003.
75. [Valderrábano, et al 2003]. Valderrábano Almegua María de la Luz, Hernández Mendoza René, Trujillo Flores Mara Marcela. *“La Investigación Documental”*. CIEMAD-IPN. Documento en prensa. México 2003.
76. [Vergara 1996] Vergara Sánchez Miguel Ángel. *“Estado Actual de la Hidráulica Experimental en México”*. Primera Reunión Nacional de Laboratorios de Hidráulica. Asociación Mexicana de Hidráulica. México 1996
77. [Villalba 2000] Villalba Javier. *“El Valor del Agua para la Generación de Energía”*. VI Conferencia Internacional del Seminario Permanente “Ciencia y Tecnología del Agua”. “Economía del Agua: Hacia una Mejor Gestión de los Recursos Hídricos”. Valencia España. 2000. 28 pp.
78. [Viqueira 1994] Viqueira Landa Carmen y Torre Medina Mora Lydia. *“Sistemas Hidráulicos, Modernización de la Agricultura y Migración”*. El Colegio Mexiquense A. C. y Universidad Iberoamericana. México 1994.

DIRECTORIO DE PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

- ❖ ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE HIDROGEÓLOGOS (AIH): <http://www.iah.org>
- ❖ ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA (AMIH): www.aquamh.com
- ❖ COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL):
www.cepaun.org.mx
- ❖ COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE): <http://www.cfe.gob.mx> (Líneas de investigación)
- ❖ CONACYT : <http://www.main.conacyt.mx>
- ❖ EUROSUR: <http://www.eurosur.org/guiadelmundo/temas/agua/index.htm>
- ❖ FUNDACIÓN MARCELINO BOTÍN: <http://www.fmbotín.es>
- ❖ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS. <http://www.ije.org.mx>
- ❖ INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA): www.imta.mx
- ❖ ITAIPÚ BINACIONAL. LA MAYOR HIDROELÉCTRICA DEL MUNDO:
<http://www.itaipu.gov.br/>
- ❖ PORTAL DEL AGUA: www.portal-agua.com
- ❖ PROGRAMA HIDROLÓGICO INTERNACIONAL (PHI). (UNESCO):
<http://www.unesco.org/water/ihp/index.shtml>
- ❖ SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES
http://www.sre.gob.mx/cmds/docs/sd_timeline2002.pdf
- ❖ SISTEMA ARIES: <http://www.dgbiblio.unam.mx/bases.html>
- ❖ SUBPROGRAMA DE USO EFICIENTE DEL AGUA. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL DEL AGUA EN INSTITUCIONES FEDERALES:
www.imta.mx/otros/uso_eficiente

ANEXO A

TABLA A.1 AGUA RENOVABLE DISPONIBLE POR CONTINENTE [Shiklomanov 1998]

CONTINENTE	ÁREA (Mkm ²)	POBLACIÓN (M)	DISPONIBLE	POTENCIAL DISPONIBLE (1000 m ³ /año)	
			km ³ /año	POR km ²	PER CÁPITA
			PROMEDIO		
EUROPA	10.46	685	2900	277	4.23
NORTEAMÉRICA	24.3	453	7890	324	17.4
ÁFRICA	30.1	708	4050	134	5.72
ASIA	43.5	3445	13510	311	3.92
SUDAMÉRICA	17.9	315	12030	672	38.2
AUSTRALIA Y OCEANÍA	8.95	28.7	2404	269	83.7
TOTAL MUNDIAL	135	5633	42785	317	7.60

TABLA A.2 DINÁMICA DE USO DEL AGUA EN EL MUNDO (km³/año) [Shiklomanov 1998]

CONTINENTE	AGUA CONSUMIDA								PRONÓSTICO		
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
POBLACIÓN (M)			2542	3029	3603	4410	5285	5735	6181	7113	7877
AGRICULTURA	321	586	722	1005	1186	1445	1691	1753	1834	1987	2252
INDUSTRIA	4.61	12.5	16.7	20.6	28.5	38.3	45	49.8	52.8	60.8	74.1
MUNICIPAL	4.81	11.9	19.1	30.6	51	70.9	78.8	82.6	87.9	117	169
TOTAL	331	617	768	1086	1341	1686	1982	2074	2182	2399	2764

TABLA A.3 EXTRACCIONES ESTIMADAS DE AGUA. PRINCIPALES USOS (MÉXICO 2000)

REGIÓN ADMINISTRATIVA	AGRÍCOLA	PÚBLICO	INDUSTRIA	PECUARIO	TOTAL
	hm ³				
I Península de Baja California	3257	274	147	158	3836
II Noroeste	5305	216	51	456	6028
III Pacífico Norte	8679	299	150	96	9224
IV Balsas	6431	800	480	19	7730
V Pacífico Sur	1083	323	144	7	1557
VI Río Bravo	6233	948	611	218	8010
VII Cuencas Centrales del Norte	3570	276	138	188	4172
VIII Lerma- Santiago- Pacífico	11522	1606	1233	153	14514
IX Golfo Norte	4236	348	541	92	5217
X Golfo Centro	1819	650	1453	24	3946
XI Frontera Sur	1048	485	286	22	1841
XII Península de Yucatán	739	356	108	104	1307
XIII Valle de México	2288	1710	787	16	4801
Nacional	56210	8291	6129	1553	72183

TABLA A.4 DISPONIBILIDAD PARA FINES DE PLANEACIÓN (MÉXICO)

REGIÓN ADMINISTRATIVA	PRECIPITACIÓN MEDIA HISTÓRICA (1941- 2000) (mm)	DISPONIBILIDAD NATURAL. BASE MEDIA ANUAL (mm3)	ESCURRIMIENTO NATURAL MEDIO ANUAL (mm)	RECARGA MEDIA ANUAL DE ACUÍFEROS (hm3)
I Península de Baja California	199	4425	3012 (a)	1413*
II Noroeste	476	7950	5459	2941*
III Pacífico Norte	684	24474	21933*	2541*
IV Balsas	806	28191	24273	3918*
V Pacífico Sur	1125	33133	31468*	1665*
VI Río Bravo	449	14261	9204*	5057*
VII Cuencas Centrales del Norte	496	6802	4729	2073*
VIII Lerma- Santiago- Pacífico	671	39479	32370*	7109*
IX Golfo Norte	917	24339	23071*	1266*
X Golfo Centro	1549	102633	98930*	3703*
XI Frontera Sur	2258	155905	139004* (c)	16902*
XII Península de Yucatán	1290	26496	1348*	25148*
XIII Valle de México	797	3802	1996(b)	1806*
Nacional	772	471891	396797*	75094*

FUENTE: PNH 2001-2006. (*) DATOS PRELIMINARES. (a) INCLUYE 1850 hm³ PROVENIENTES DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, A TRAVÉS DEL RÍO COLORADO. (b) SE CONSIDERAN AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MÉXICO. (c) SE INCLUYE APROXIMADAMENTE 50,000 hm³ PROVENIENTES DE GUATEMALA.

TABLA A.5 DISPONIBILIDAD MUNDIAL DE AGUA 1995 [Shiklomanov 1998]

PAÍS	ÁREA	POBLACIÓN	RECURSOS DE AGUA KM ³ /AÑO						DISPONIBILIDAD POTENCIAL	
	MKM ²	MILLONES	INGRESO			FIJO			1000 M ³ /AÑO	
		1995	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX	MIN	POR KM ²	PER CÁPITA
CHINA	9.60	1209	0	0	0	2701	3455	2015	281	2.23
CUBA	0.11	11.1	0	0	0	34.7	48.5	24.2	315	3.12
SALVADOR	0.02	5.2	0	0	0	18.9	27.4	10.2	945	3.63
INDIA	3.27	919	581	697	508	1456	1794	1065	445	1.58
JAMAICA	0.01	2.43	0	0	0	8.20	16.0	3.88	820	3.37
MALÍ	1.24	10.5	54.8	8.15	21.8	39.6	62.2	18.4	31.9	3.77
MÉXICO	1.97	94.8	2.51	5.20	0.30	345	476	236	175	3.64
NIGERIA	0.92	108	43.7	69.4	23.4	275	437	148	299	2.54
NÍGER	1.27	8.85	32.1	47.2	13.7	2.33	5.40	0.28	1.83	0.26
SENEGAL	0.20	8.1	14.9	21.9	5.27	21.4	31.1	6.31	107	2.64
SUDAN	2.51	27.4	132	194	88.7	34.6	65.3	9.74	13.8	1.26
UCRANIA	0.60	51.4	159	233	91.8	51.2	91.9	25.6	85.3	0.99

Shiklomanov [1998] clasificó la disponibilidad en miles de m³ per cápita/año de la siguiente manera:

- ❖ Mayor de 20: Muy alta
- ❖ Entre 20 y 10.1: Alta
- ❖ Entre 10 y 5.1: Media
- ❖ Entre 5 y 2.1: Baja
- ❖ Entre 2 y 1.1: Muy bajo
- ❖ Menos de 1: Críticamente bajo

TABLA A.6 DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO HIDRÁULICO EN MÉXICO

REGIÓN ADMINISTRATIVA	POBLACIÓN 1999. (millones de habitantes)	EXTENSIÓN TERRITORIAL (miles de km ²)	PRECIPITACIÓN (mm)	VOLUMEN (Mm ³)	ESCURRIMIENTO (Mm ³)
TOTAL NACIONAL	97.28	1,967,183	779	1,533,072	410,000
I Península de Baja California	2.87	145,530	147	21,393	795
II Noroeste	2.37	201,264	410	82,518	5,395
VI Río Bravo	9.25	388,231	390	151,410	9,285
VII Cuencas Centrales del Norte	3.79	183,482	411	75,411	2,115
SUBTOTAL ZONA NORTE	18.28	918,507		330,732	17,590
III Pacífico Norte	3.87	156,627	807	126,398	23,950
IV Balsas	9.93	115,895	954	110,564	24,780
VIII Lerma - Santiago-Pacífico	18.83	137,144	695	95,315	28,190
IX Golfo Norte	4.83	194,280	888	172,521	22,180
XIII Valle de México	19.44	12,215	670	8,184	2,290
SUBTOTAL ZONA CENTRO	56.90	616,161		512,982	101,390
V Pacífico Sur	3.88	79,675	1,291	102,860	34,240
X Golfo Centro	9.18	117,165	1,887	221,090	106,000
XI Frontera Sur	5.80	118,557	1,953	231,542	147,530 b/
SUBTOTAL ZONA SUR	18.86	315,397		555,493	287,770
XII Península de Yucatán	3.24	117,118	1,143	133,866	3,250
SUBTOTAL ZONA PENINSULAR	3.24	117,118		133,866	3,250

Fuente: [Rodríguez 2000]

ANEXO B

TABLA B.1 SÍNTESIS DE LA PROBLEMÁTICA NACIONAL HIDRÁULICA

PROBLEMÁTICA	REGIONES													%	
	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VIII	IX	X	XI	XI I	XIII		
CARENCIA Y BAJA COBERTURA DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO MUNICIPAL (PRINCIPALMENTE ALCANTARILLADO)	X	X			X	X	X		X	X	X	X	X	(10/13)	77
CONTAMINACIÓN POR DESCARGAS MUNICIPALES	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	(10/13)	77
REZAGO EN LA CALIDAD Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE REDES CLIMATOLÓGICAS, HIDROMÉTRICAS, GEOHIDROMÉTRICAS Y DE CALIDAD DEL AGUA, ASÍ COMO BANCOS DE INFORMACIÓN.	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	(10/13)	77
SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS	X	X		X		X	X	X		X			X	8/13	61
POCA CAPACIDAD PARA TRATAR AGUAS RESIDUALES (LAS PLANTAS NO OPERAN DE ACUERDO A SU DISEÑO, ESTÁN MAL DISEÑADAS O DEFINITIVAMENTE NO ESTÁN TRABAJANDO)		X	X	X					X		X	X	X	(7/13)	54
INUNDACIONES Y/O HURACANES	X				X	X		X	X	X	X			(7/13)	54
CONTAMINACIÓN NATURAL O INDUCIDA, DE AGUAS SUPERFICIALES Y/O SUBTERRÁNEAS		X						X	X	X		X	X	(6/13)	46
INSUFICIENTE USO DEL AGUA EN EL SECTOR AGRÍCOLA	X	X			X	X		X	X					(6/13)	46
CONTAMINACIÓN POR INTRUSIÓN SALINA (EN AGUAS SUBTERRÁNEAS, ZONAS COSTERAS, DISTRITOS DE RIEGO)	X	X	X	X				X				X		(6/13)	46
REZAGO EN SUMINISTRO DE AGUA POTABLE		X			X		X		X		X			(5/13)	38
INADECUADA OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y/O HIDROAGRÍCOLA					X		X		X	X	X			(5/13)	38
PERÍODOS SECOS Y/O SEQUÍAS	X				X	X		X	X					(5/13)	38
FALTA DAR ATENCIÓN AL REUSO DEL AGUA TRATADA	X		X	X							X		X	(5/13)	38
ESCASEZ DEL RECURSO HIDRÁULICO (PUEDE SER FN DETERMINADAS)	X			X			X	X		X				(5/13)	38

PROBLEMÁTICA	REGIONES													%		
	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VIII	IX	X	XI	XI I	XIII			
SUBREGIONES, EN TODA LA REGIÓN O VARIAR ESTACIONALMENTE)																
AFECTACIÓN DE ECOSISTEMAS				X		X			X		X		X	(5/13)	38	
PÉRDIDAS EN CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE		X	X		X						X			(4/13)	31	
CARENCIA Y/O DEFICIENCIA DE RED DE MONITOREO			X					X	X	X				(4/13)	31	
LOCALIDADES RURALES QUE NO CUENTAN CON SERVICIOS PÚBLICOS (AGUA POTABLE, DRENAJE Y ALCANTARILLADO, SANEAMIENTO, ETC.)		X					X			X				(3/13)	23	
MALA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS, CONSTITUYENDO UNA FUENTE IMPORTANTE DE CONTAMINACIÓN EN LA MORBILIDAD Y MORTALIDAD DE LAS POBLACIONES				X	X								X	(3/13)	23	
FALTA DE TÉCNICAS DE RIEGO ADECUADAS	X		X				X							(3/13)	23	
DESEQUILIBRIO DEL RECURSO HIDRÁULICO (AL UTILIZAR AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA CULTIVO, LA RECARGA DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO NO ES SUFICIENTE, ETC.)							X	X	X					(3/13)	23	
CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDAD PETROLERA									X		X	X		(3/13)	23	
PRECIPITACIÓN PLUVIAL ESCASA Y/O ALTO NIVEL DE EVAPORACIÓN	X					X	X							(3/13)	23	
DEFICIENCIA EN EL SISTEMA DE REGISTRO Y CONTROL DE USUARIOS		X			X						X			(3/13)	23	
LÍMITES EN LA EFICACIA DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO AGUA (FALTA DE ADECUACIÓN AL MARCO JURÍDICO, DISPERSIÓN DE FUNCIONES Y ATRIBUCIONES, LIMITADO CONTROL DE ASIGNACIONES Y PERMISOS, COMPLEJIDAD DE INTERACCIONES Y PROCESOS, ATENCIÓN CENTRALIZADA, ETC.)		X								X	X			(3/13)	23	
PÉRDIDAS EN CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN LOS DISTRITOS DE RIEGO		X	X											(2/13)	15	

PROBLEMÁTICA	REGIONES													%	
	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VIII	IX	X	XI	XI I	XIII		
FALTA FINANCIAMIENTO PARA COSTEAR INFRAESTRUCTURA PARA LA COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS (AGUA POTABLE, DRENAJE Y ALCANTARILLADO, SANEAMIENTO, ETC.)		X									X			(2/13)	15
REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA (PRESAS, DIQUES, ETC.) EXISTENTE Y/O CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CONTRA INUNDACIONES									X		X			(2/13)	15
CARENCIA DE RED DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (ESTACIONES HIDROMÉTRICAS)		X									X			(2/13)	15
INEFICIENTE USO DEL AGUA EN EL SECTOR PÚBLICO- URBANO						X							X	(2/13)	15
CRECIMIENTO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA DIVERSOS USOS						X	X							(2/13)	15
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (REPRESENTA UNA COMPETENCIA POR EL USO DEL AGUA)						X			X					(2/13)	15
ESCURRIMIENTOS MENORES DE CARÁCTER INTERMITENTE (EL AUMENTO EN EL NIVEL DE LOS RÍOS EXISTENTES DEPENDE DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL, ES DECIR, VARÍA ESTACIONALMENTE)	X						X							(2/13)	15
VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES				X				X						(2/13)	15
EROSIÓN HÍDRICA (PUEDE SER EN DETERMINADAS SUBREGIONES, O EN TODA LA REGIÓN)				X							X			(2/13)	15
ALTAS CONCENTRACIONES DE SALES Y GRAN PROFUNDIDAD DE AGUA PARA EXTRAERLA												X		(1/13)	8
PROBLEMAS DE SALUD DEBIDOS A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA (GASTROINTESTINALES PRINCIPALMENTE)						X								(1/13)	8
PRESAS QUE REPRESENTAN RIESGO POTENCIAL PARA LA POBLACIÓN		X												(1/13)	8
NUMEROSOS RÍOS DE CAUCE CORTO Y FUERTE PENDIENTE DIFÍCIL ES DE					X									(1/13)	8

PROBLEMÁTICA	REGIONES													%		
	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VIII	IX	X	XI	XI I	XIII			
APROVECHAR MEDIANTE PRESAS DE ALMACENAMIENTO																
DETERIORO DE LA INFRAESTRUC-TURA (REDES DE MONITOREO CLIMATOLÓGICAS, CALIDAD DEL AGUA, HIDROMÉ-TRICAS, ETC.), POR FALTA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO		X												(1/13)	8	
CONCENTRACIÓN DE POBLACIÓN Y POR TANTO, MAYOR DEMANDA DE SERVICIOS PÚBLICOS	X													(1/13)	8	
CONFORMACIÓN DE SISTEMAS DE CUENCAS ABIERTAS	X													(1/13)	8	
DEPENDENCIA DE UNA CORRIENTE SUPERFICIAL IMPORTANTE (UNA CUENCA REPRESENTA POR SÍ SOLA APROXIM. 85% DEL ESCURRIMIENTO DE LA REGIÓN)	X													(1/13)	8	
BAJO PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES	X													(1/13)	8	
BAJO NIVEL DE RECARGA NATURAL	X													(1/13)	8	
ESCURRIMIENTOS PEQUEÑOS EN VOLUMEN (CONSECUENCIA DE LAS ESCASAS LLUVIAS CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN, SÓLO SE DISPONE DE ELLOS ESTACIONALMENTE)						X								(1/13)	8	
PREFERENCIA POR EL USO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS						X								(1/13)	8	
ELEVADOS NIVELES DE DEFORESTACIÓN (PROVOCANDO EROSIÓN Y PÉRDIDA DE CUBIERTA VEGETAL)										X				(1/13)	8	
DISMINUCIÓN DEL ESPESOR DEL AGUA DULCE												X		(1/13)	8	
ADEUDOS DE ORGANISMOS OPERADORES EN AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO		X												(1/13)	8	
FORTALECER E IMPULSAR LA COLABORACIÓN INTERNACIONAL DE MÉXICO CON RESPECTO AL MANEJO DEL AGUA EN LA ZONA FRONTERIZA												X		(1/13)	8	

PROBLEMÁTICA	REGIONES													%	
	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VIII	IX	X	XI	XI I	XIII		
DADA LA ABUNDANCIA DEL RECURSO AGUA, SE HA FOMENTADO UNA CULTURA DE DESPERDICIO Y NO PRESERVACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA											X			(1/13)	8
FALTA DE UNA CULTURA DEL AGUA									X					(1/13)	8
%	18/ 53	18/ 53	8/ 53	10/ 53	11/ 53	14/ 53	13/ 53	12/ 53	17/ 53	12/ 53	18/ 53	9/ 53	10/ 53		
	34	34	15	19	21	26	24	23	32	23	34	17	19		

Fuente: Talavera 2000

TABLA B.2 PROYECTOS APROBADOS POR EL CONACYT EN EL SUBPROGRAMA ESPECIAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SOBRE EL AGUA. (2000)

❖ **FRONTERA SUR**

PROYECTO	DIRECTOR DEL PROYECTO	RESULTADO
Diagnóstico de la calidad del agua y su impacto sobre hábitats en ríos y humedales costeros de Chiapas	Dr. Mikhail Sokolov	Condicionado
Evaluación de un sistema integral para el tratamiento de aguas residuales usando biodigestores y humedales en el medio rural	Dr. Hugo A. Guillén Trujillo	Condicionado
Herramientas para el control de efectos destructivos de fenómenos hidrometeorológicos en la región Frontera Sur	Dr. Francisco Javier Aparicio Mijares	Condicionado
Potencialidad del agua superficial en las cuencas hidrográficas compartidas entre las reservas de la biosfera "El Triunfo" y "La Encrucijada" en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas	Ing. José Luis Arellano Monterosas	Condicionado

❖ **LERMA SANTIAGO**

PROYECTO	DIRECTOR	RESULTADO
Análisis de la situación en materia de impacto ambiental del Río Lerma	M. en C. Gloria Adriana Jiménez Lozano	Condicionado
Cambio institucional y participación social para el desarrollo sustentable en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán	Dr. Eduardo López Ramírez	Condicionado
Cambios en los niveles del lago de Chapala: Causas hidrológicas y efectos ambientales	Dra. Anne Hansen Hansen	Condicionado
Degradación del ecosistema acuático del río Ayuquila: Seguimiento de las condiciones de salud del ecosistema acuático para su control y restauración.	Dr. Luis Manuel Martínez Rivera	Condicionado
Diseño de un pluviómetro acústico para el análisis espacio- temporal de la lluvia	Dr. Enrique González Sosa	Condicionado
Marco de acción para la gestión integral del agua en la cuenca Lerma – Chapala	Dr. Polioptro Martínez Austria	Condicionado
Metodología participativa para la organización de los usuarios y reglamentación de acuíferos sobreexplotados	Mtro. Boris Wolfgang Marañon Pimentel	Condicionado

❖ **PACÍFICO NORTE**

PROYECTO	DIRECTOR DEL PROYECTO	RESULTADO
Evaluación de contaminación de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en el acuífero río Sinaloa, Guasave, Sinaloa.	Dr. Francisco Javier Ochoa Lozano	Condicionado
Propuesta de ordenamiento costero y modelación numérica de la interfase salobre e intrusión salina frente a costa del acuífero costero de Guasave, Sinaloa.	Dr. Carlos Green Ruiz	Condicionado

Los agroquímicos de las aguas superficiales del Valle de Culiacán, Sinaloa. Análisis y tratamiento.	M.C. José Guadalupe Llanes Ocaña	Condicionado
Estudio sobre la calidad del agua y dinámica de contaminantes en las zonas norte y sur de la cuenca Pacífico Norte.	Dr. Fernando Gonzáles Farias	Condicionado
Análisis y perspectivas del marco jurídico para la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca del Fuerte.	Dra. Eugenia Asunción Castro Modenessi Dr. Juan Manuel Navarro Pineda	Condicionado

❖ **RÍO BRAVO**

PROYECTO	DIRECTOR DEL PROYECTO	RESULTADO
Planeación agrícola de riego en condiciones de sequía en la cuenca del Río Conchos.	Ing. Israel Velasco Velasco	Condicionado
Caracterización y evaluación agronómica de biosólidos estabilizados con cal, provenientes de una planta de tratamiento primario en el Valle de Juárez, Chihuahua.	Dr. Uriel Figueroa Viramontes	Condicionado
Análisis de la vulnerabilidad a la sequía en la cuenca del Río Bravo, dentro del estado de Chihuahua.	Dr. Miguel Equihua Zamora	Aprobado
Determinación del arsénico y flúor en el agua de consumo humano del estado de Chihuahua y caracterización del riesgo asociado a la salud.	Dra. María Teresa Alarcón Herrera	Aprobado
Sistema de labranza para captura y conservación de agua en los principales cultivos del norte de Tamaulipas.	M.C. Humberto de la Fuente Saucedo	Aprobado
Evaluación de la eficiencia del uso de agua de riego con los sistemas de micro aspersión y goteo en el cultivo de cítricos.	M.C. Manuel Alvarado Carrillo	Aprobado

❖ **VALLE DE MÉXICO**

PROYECTO	DIRECTOR DEL PROYECTO	RESULTADO
Decoloración y reducción de toxicidad de efluentes de industria química de colorantes y pigmentos.	Dra. Gabriela Moeller Chávez	Condicionado
Eliminación mediante procesos fisicoquímicos de algas y sus endotoxinas, presentes en el agua tratada en la planta potabilizadora "Los Berros".	Dra. Rosa María Ramírez Zamora	Aprobado
Estudio de métodos para eliminación de arsénico en aguas de pozos y lodos acompañantes.	Dr. Francisco Prieto García	Condicionado
Investigación y desarrollo del prototipo de una unidad de ultra filtración de presión oscilante	Dr. Pedro Martínez Pereda	Condicionado
Régimen tarifario y consumo doméstico del agua en el Distrito Federal.	Dr. Fernando Saavedra Peláez	Aprobado
Remoción de herbicidas clorinados en aguas residuales industriales mediante un biorreactor de membrana extractiva.	Dr. José Francisco Buenrostro Zagal	Aprobado

TABLA B.3 PROYECTOS RELACIONADOS CON EL RECURSO AGUA, APROBADOS POR EL FONDO SECTORIAL DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL. CONVOCATORIA SEMARNAT-CONACYT 2002-01 (JUNIO 2003)

TÍTULO	RESPONSABLE	INSTITUCIÓN
Inventario y caracterización de las descargas que afectan la salud de ecosistemas del delta del río Colorado, México	Jacqueline García Hernández	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) Unidad Guaymas
Implementación y seguimiento de pruebas piloto para el diseño de cubiertas , en las presas de Jales de la Unidad Francisco y Madero	Carlos Lara Valenzuela	Centro de Investigación y Desarrollo de Servicios Industriales Peñoles, S.A. de C.V.
Demanda de agua por tipo de consumidor en la ciudad de la Paz, B.C.S.: Un análisis socioambiental	Luis Felipe Beltrán Morales	CIBNOR S.C.
Ordenamiento ecológico costero del océano Pacífico de BCS, de interés para la escalera náutica	Alfredo Ortega Rubio	CIBNOR S.C.
Variabilidad y cambio climático natural en la región del delta del río Colorado, Baja California, México.	Juan Contreras Pérez	CICESE
Biorremediación de efluentes de aguas residuales costeras. Tratamiento avanzado del recurso agua, un problema de seguridad nacional	José de Jesús Paniagua Michel	CICESE
Escalamiento de procesos de biorremediación en biopilas y tambor rotatorio, aplicados a la degradación de hidrocarburos	Josefina Barrera Cortés	CINVESTAV- IPN
Dinámicas de carbono, nitrógeno, fósforo y metales pesados en suelo adicionado biosólidos de la planta de tratamiento de aguas residuales (Lerma- Estado de México) y su efecto en el crecimiento de las plantas	Luc Julián Jerome Dendooven	CINVESTAV-IPN
Propuesta de un modelo de ordenamiento sustentable del territorio para el estado de Baja California	Nora Leticia Bringas Rábago	Colegio de la Frontera Norte
Identificación de fuentes de contaminación del agua superficial en tres microcuencas del oriente del Valle de México	Óscar Luis Palacios Vélez	Colegio de Postgraduados
Demanda y distribución de agua en la Comarca Lagunera	José Alberto García	Colegio de Postgraduados. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática
Evaluación del manejo del agua como elemento integrador en la cuenca Lerma-Chapala- Santiago	Marisa Mazari Hiriart	Instituto de Ecología – Universidad Nacional Autónoma de México
Caracterización hidrogeoquímica de la contaminación de agua subterránea por arsénico en Aldama, Chihuahua	José Alfredo Rodríguez	Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional Chihuahua
Estudio integral de la cuenca del río Magdalena: Caracterización, diagnóstico y alternativas de solución	Gertrudis Yañez Arvayo	Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Edo. de Sonora (IMADES)
El tamaño del Lago de Chapala y su efecto en el bienestar social	Héctor Manuel Bravo Pérez	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Educación ambiental, comunicación y transferencia tecnológica en apoyo al desarrollo sustentable en los Altos Chiapas	Denise Soares Moraes	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

TÍTULO	RESPONSABLE	INSTITUCIÓN
El lago de Chapala y su entorno ecosocial. Desarrollo de una matriz de contabilidad social para el análisis de las políticas ambientales	Anne Margrethe Hansen Hansen	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Evaluación de los riesgos de la contaminación de mantos freáticos por la infiltración del herbicida atrazina a nivel nacional	Manfred Josef Van Afferden Moelders	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Estudio para la gestión integrada del agua en la cuenca del río Bravo (parte mexicana)	Francisco Javier Aparicio Mijares	Instituto Mexicano del Agua
Manejo ambiental y participación social en un contexto de gobernabilidad imperfecta. El caso del riego en la cuenca Lerma-Chapala	Sergio Vargas Velásquez	Instituto Mexicano del Agua
Hidromorfología y ecología de los humedales costeros del sur de Sonora y norte de Sinaloa: Establecimiento de criterios para inventariar, valorar ordenar y conservar los ecosistemas costeros del noroeste de México	Salvador Sánchez Carrillo	Instituto Tecnológico de Sonora
Evaluación biogeoquímica de los metales pesados en el ambiente marino del distrito minero de Santa Rosalía B.C.S.	Evgueni Choumeli	IPN- CICIMAR
Evaluación de la importancia de los cuerpos de agua para las especies de murciélagos (Chiroptera) presentes en la Reserva de la Biosfera la Michilía, Durango	Celia López González	IPN- CIIDIR Unidad Durango
Valoración económica de los servicios ambientales prestados por los ecosistemas costeros: Estimación del valor económico total del manglar en marismas nacionales	Susana M. Navarro Mendoza	IPN- CIIDIR Unidad Oaxaca
Diagnóstico del estado trófico y calidad del agua de embalses de la cuenca del río Lerma. Generación de un modelo regional	Eugenia López López	IPN- Escuela Nacional de Ciencias Biológicas
Sistema integrado de concertación con la industria de la transformación, para el diseño de una nueva normatividad ambiental en México	Ricardo Samaniego Breach	ITAM
Estudios ambientales en dos lagunas de clima semidesértico, el Tobarí y Bahía de Lobos, Sonora, para su manejo sustentable	María Esther Cruz Colín	ITESM. Campus Guaymas. Centro de Conservación para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales
Estudio de la factibilidad del tratamiento de agua y sedimentos de la presa José Antonio Alzate y suelos agrícolas que la rodean	Icela Dagmar Barceló Quintal	UAM. Unidad Azcapotzalco
Hidrocarburos aromáticos polinucleares en fuentes de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Monterrey. Caracterización, evaluación y alternativas de solución	Noemí Waksman Minsky	UANL. Facultad de Medicina
Contaminación y vulnerabilidad del acuífero urbano de Salamanca Gto. Causas y afectaciones ambientales	Ramiro Rodríguez Castillo	UNAM Instituto de Geofísica
Disponibilidad del agua superficial y vulnerabilidad de las cuencas hidrológicas Lerma- Santiago- Pacífico y Balsas ante el cambio climático	Víctor Manuel Mendoza Castro	UNAM. Centro de Ciencias de la Atmósfera
Ventilación de las aguas del puerto de Ensenada mediante un sistema de bombas	Steven Meter Reed Czitrom Baus	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

TÍTULO	RESPONSABLE	INSTITUCIÓN
por energía de oleaje (SIBEO)		
Estudio integral del embalse de Valle de Bravo, para su manejo sustentable. Un marco científico aplicable a los cuerpos de agua epicontinentales eutroficados del país	Martín Merino Ibarra	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Dinámica de los nutrientes en las lagunas costeras de Sinaloa: Flujos, Transporte, interacciones con sedimentos y organismos	Federico Páez Osuna	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Unidad Académica Mazatlán
Clasificación de imágenes de percepción remota con tecnologías de vanguardia (conjuntos difusos, redes neuronales y clasificación por objeto)	Jean Francois Mas Causel	UNAM. Instituto de Geografía
Interfase rural- urbana en la cuenca alta del Lerma , hacia una metodología unificada del análisis ambiental y ciencias sociales	Genaro Javier Delgado Campos	UNAM. Instituto de Geografía
Estudio científico técnico para mejorar las condiciones de aplicación al suelo del agua residual, para el riego del Valle del Mezquital (manejo y operación como un SAT, Soil Aquifer Treatment)	Blanca Elena Jiménez Cisneros	UNAM. Instituto de Ingeniería
Modelo de predicción probabilística del cambio de uso de suelo para una región costera del noroeste de México, como herramienta para el ordenamiento ecológico del territorio	Martha Ileana Espejel Carvajal	Universidad Autónoma de Baja California
Balance hidrológico de la cuenca de Santiago BCS. Investigación para establecer una red de estaciones de muestreo para medir la calidad y los volúmenes, tanto del escurrimiento, como del agua subterránea	Jobst Wurl	Universidad Autónoma de Baja California Sur
Identificación y cuantificación de recarga natural, urbana y por actividades agrícolas en las cuencas de San Luis Potosí (Villa Reyes)	Antonio Cardona Benavides	Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería
Programa multidisciplinario para la evaluación y restauración ambiental de zonas mineras: 1. Villa de la Paz Matehuala SLP	Marcos Gustavo Monroy Fernández	Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de Metalurgia
Cobertura y usos del suelo en la cuenca Lechuguilla- Ohuira- Navachiste, Sinaloa. Impactos sobre la estructura e hidrología del paisaje	María Mercedes Adelina Espejel Rodríguez	Universidad Autónoma de Tlaxcala
Diagnóstico ambiental y programa de monitoreo de la zona marina del parque nacional Isla Isabel, Nayarit	Amílcar Leví Curul Magaña	Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa
Diagnóstico de los recursos naturales de la bahía y microcuenca del río Cacaluta, municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca	Juan Manuel Domínguez Licona	Universidad del Mar – Instituto de Ecología
Agua, agricultura y sociedad en la frontera norte. La ecología política del Valle Bajo del Río Bravo	Casey Walsh Henry	Universidad Iberoamericana
Diagnóstico integrado y priorización de alternativas de rehabilitación para la sustentabilidad de la cuenca de Morelia (Cuitzeo)	Alberto Francisco Gómez Tagle Rojas	Universidad Michoacana. INIRENA

TABLA B.4 PROYECTOS RELACIONADOS CON EL RECURSO AGUA, APROBADOS POR LOS FONDOS MIXTOS CONACYT- GOBIERNOS DE LOS ESTADOS. CONVOCATORIA 2002-01 (AL 19 DE AGOSTO DEL 2003)

FONDO MIXTO CONACYT- GOBIERNO DEL EDO.	TÍTULO DEL PROYECTO	INSTITUCIÓN	UBICACIÓN DEL PROYECTO
Quintana Roo	Diseño del programa de prevención y manejo de desastres naturales del estado de Quintana Roo	UNAM. Instituto de Ingeniería	Distrito Federal
Quintana Roo	Tecnologías para minimizar la generación de lodos residuales	Universidad Autónoma Metropolitana	Distrito Federal
Quintana Roo	Creación de un centro de investigación en acuicultura y pesca	Corporativo Acuicultura Profesional S.A. de C.V.	Distrito Federal
Tlaxcala	Mapas de valores geoquímicos de fondo de metales pesados y su mutagenicidad en el Edo. de Tlaxcala: Implicaciones en la calidad del agua superficial y subterránea	UNAM	Tlaxcala
Tlaxcala	Costos y tarifas de agua limpia y saneamiento en el edo. de Tlaxcala	El Colegio de Tlaxcala A.C.	Tlaxcala
Tlaxcala	Evaluación del estado actual de los recursos naturales y su potencial de manejo productivo	Universidad Autónoma de Tlaxcala	Tlaxcala
Yucatán	Estudio sobre la funcionalidad de los albergues temporales y de las vías de comunicación de apoyo a los municipios costeros del estado de Yucatán ante la amenaza de huracanes	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Yucatán	Evaluación de la vulnerabilidad de las cubiertas de paja (casa Maya) ante los vientos huracanados, en los municipios costeros del estado de Yucatán	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Yucatán	Diagnóstico del equipamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable de poblaciones en la zona costera del estado de Yucatán, como elemento de apoyo en situaciones de riesgo por amenaza de huracanes	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Yucatán	Identificación de áreas susceptibles a riesgo en localidades de pobreza extrema del sur de Yucatán (Tzucacab, Peto y Tekax)	Universidad de Quintana Roo	Yucatán
Yucatán	Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los pozos de extracción de agua potable y evaluación de la infraestructura física de los sistemas de abastecimiento de las cabeceras municipales del estado de Yucatán	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Yucatán	Impacto de lixiviado de basureros en el acuífero cárstico de Mérida, Yucatán	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Yucatán	Evaluación de los cambios socio-ambientales en la micro-cuenca de Chabihau, ocasionados por el huracán Isidoro y estrategias de prevención ante futuros fenómenos meteorológicos	IPN-CINVESTAV UNIDAD MÉRIDA	Yucatán
Yucatán	Oportunidades y riesgos de uso de las aguas residuales porcinas en los suelos del estado de Yucatán	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Yucatán	Recomendaciones formuladas con el propósito de mitigar los efectos de las inundaciones sobre los drenes y tierras del cono sur del estado de Yucatán	Universidad Autónoma de Yucatán	Yucatán
Aguascalientes	Estudio sobre los agentes, cargas contaminantes y toxicidad que afectan la cuenca del río San Pedro del municipio de Aguascalientes y zonas aledañas	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Aguascalientes
Aguascalientes	Optimización del uso del agua de riego de los usuarios de la presa Niágara en Aguascalientes	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Nacional
Aguascalientes	Diseño y construcción de un medidor de consumo de agua en m ³ , acondicionado al uso de tarjetas de prepago	CICESE	Baja California Norte

FONDO MIXTO CONACYT- GOBIERNO DEL EDO.	TÍTULO DEL PROYECTO	INSTITUCIÓN	UBICACIÓN DEL PROYECTO
Tamaulipas	Sistema de información climatológico y de riesgos para el estado de Tamaulipas (SICRET)	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Tamaulipas
Tamaulipas	Desarrollo de un sistema de información geográfica para el inventario, monitoreo y verificación normativa forestal del estado de Tamaulipas	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Tamaulipas
Tabasco	Diseño del Instituto de Investigaciones Hidráulicas y Energéticas de Tabasco	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Tabasco

ANEXO C

TABLA C.1 MATRÍCULA DE POSGRADO NACIONAL POR NIVEL

AÑO / NIVEL	ESPECIALIZACIÓN	MAESTRÍA	DOCTORADO	TOTAL
1980	6,130 (24.0%)	18,064 (70.8%)	1,308 (5.2%)	25,502
1985	12,135 (32.8%)	23,586 (63.7%)	1,319 (3.5%)	37,040
1990	15,675 (35.7%)	26,946 (61.3%)	1,344 (3.0%)	43,965
1995	18,760 (28.6%)	42,342 (64.5%)	4,513 (6.9%)	65,615
2001	28,026 (21.9%)	90,592 (71.0%)	9,133 (7.1%)	127,751

FUENTE: ANUIES [2001]

TABLA C.2 NÚMERO DE GRADUADOS EN PROGRAMAS DE DOCTORADO EN EL ÁMBITO MUNDIAL

PAÍS	1994	1995
BRASIL	2039	2492
CANADÁ	3535	N.D.
CUBA	127	136
ECUADOR	N.D.	847
ESPAÑA	5157	5623
ESTADOS UNIDOS	40500 *	41500 *
MÉXICO	488	519
PARAGUAY	155	158
PORTUGAL	N.D.	566
URUGUAY	972	803

NOTAS: * VALORES EXTRAPOLADOS. N.D. (No disponible).

FUENTE: Ortega et al [2000]

TABLA C.3 CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA DE ALUMNOS DE POSGRADO A NIVEL NACIONAL (2001)

ENTIDAD FEDERATIVA	(%) DE CONCENTRACIÓN
DISTRITO FEDERAL	32.01
NUEVO LEÓN	7.44
PUEBLA	7.41
JALISCO	7.15
ESTADO DE MÉXICO	6.86
GUANAJUATO	4.21
QUERÉTARO	3.47

FUENTE: ANUIES 2001

TABLA C.4 DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS DE ESPECIALIZACIÓN POR ÁREA DEL CONOCIMIENTO (2001)

ÁREA	DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS
CIENCIAS DE LA SALUD	15,719 (56%)
CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS	8,661 (31%)
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	1,966 (7%)
EDUCACIÓN Y HUMANIDADES	1,331 (4.7%)
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS	198 (0.71%)
CIENCIAS AGROPECUARIAS	151 (0.5%)

FUENTE: ANUIES 2001

TOTAL DE ALUMNOS EN ESPECIALIZACIÓN: 28,026

TABLA C.5 DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS DE MAESTRÍA POR ÁREA DEL CONOCIMIENTO (2001)

ÁREA	DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS
CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS	47,779 (52.7%)
EDUCACIÓN Y HUMANIDADES	21,907 (24.1%)
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	13,459 (14.9%)
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS	3,147 (3.5%)
CIENCIAS DE LA SALUD	2,637 (3.0%)
CIENCIAS AGROPECUARIAS	1,663 (1.8%)

FUENTE: ANUIES 2001

TOTAL DE ALUMNOS EN MAESTRÍA: 90,592

TABLA C.6 DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS DE DOCTORADO POR ÁREA DEL CONOCIMIENTO (2001)

ÁREA	DISTRIBUCIÓN DE ALUMNOS
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS	2,425 (26.6%)
CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS	2,084 (22.8%)
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA	1,620 (17.7%)
EDUCACIÓN Y HUMANIDADES	1,463 (16%)
CIENCIAS DE SALUD	1,074 (11.8)
CIENCIAS AGROPECUARIAS	467 (5.1%)

FUENTE: ANUIES 2001

TOTAL DE ALUMNOS EN DOCTORADO: 9,133

TABLA C.7 POBLACIÓN ESCOLAR DE POSGRADO POR ÁREA, SUBAREA DE ESTUDIO Y NIVEL ACADÉMICO. 2001*ÁREA: Ciencias Naturales y Exactas*

SUBAREA/NIVEL ACADÉMICO	ESPECIALIZACIÓN	MAESTRÍA	DOCTORADO	TOTAL
CIENCIAS DE LA TIERRA	3	219	109	331
CIENCIAS DEL MAR	0	133	99	232
ECOLOGÍA	16	216	77	309

ÁREA: Ingeniería y Tecnología

SUBAREA/NIVEL ACADÉMICO	ESPECIALIZACIÓN	MAESTRÍA	DOCTORADO	TOTAL
ING. AMBIENTAL	67	615	30	712
ING. CIVIL	182	1803	379	2364
ING. DE TRANSPORTES	0	64	0	64
ING. HIDRÁULICA	19	100	27	146
ING. OCEÁNICA	0	0	0	0
ING. PORTUARIA	0	20	0	20
ING. PESQUERA	0	20	0	20

TABLA C.8 POBLACIÓN ESCOLAR DE ESPECIALIZACIÓN POR ÁREA Y PROGRAMA 2001**ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS. SUBÁREA: ECOLOGÍA**

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
DESARROLLO SUSTENTABLE	16	4	N.R.

ÁREA: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. SUBÁREA: INGENIERÍA AMBIENTAL

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA AMBIENTAL	67	19	N.R.
INGENIERÍA Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	N.R.	N.R.	N.R.

SUBÁREA: INGENIERÍA HIDRÁULICA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA GEOHIDROLÓGICA	N.R.	N.R.	N.R.
INGENIERÍA HIDRÁULICA SANITARIA	19	9	1

SUBÁREA: INGENIERÍA PESQUERA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS MARÍTIMAS	N.R.	12	N.R.

SUBÁREA: INGENIERÍA PORTUARIA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA PORTUARIA	N.R.	N.R.	N.R.

Población Total de Especialización: 28,026

Población en el área de Ingeniería y Tecnología: 1966 (7%)

Población en el área de Ciencias de la Salud: 15,719 (56%)

Población en aspectos relacionados con el recurso agua: 102 (0.36%)

TABLA C.9 POBLACIÓN ESCOLAR DE MAESTRÍA POR ÁREA Y PROGRAMAS 2001**ÁREA: CIENCIAS AGROPECUARIAS. SUBÁREA: AGRONOMÍA**

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
RIEGO Y DRENAJE	28	7	6

ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS. SUBÁREA: CIENCIAS DE LA TIERRA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIAS GEOLÓGICAS	17	3	N.R.
CIENCIAS DE LA TIERRA	93	6	16
GEODESIA	19	12	8
GEOFÍSICA APLICADA	N.R.	3	3
GEOLOGÍA	59	8	8
GEOMÁTICA	31	N.R.	N.R.
SISMOLOGÍA	3	1	1

SUBÁREA: CIENCIAS DEL MAR

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA	60	N.R.	8
CIENCIAS DEL MAR	N.R.	N.R.	8
MANEJO DE RECURSOS MARINOS	40	16	15
MANEJO DE LA ZONA COSTERA	2	2	N.R.
OCEANOGRAFÍA COSTERA	22	10	10
OCEANOGRAFÍA FÍSICA	9	6	6

SUBÁREA: ECOLOGÍA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES	12	5	N.R.
CONSERVACIÓN, ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	47	17	8
ECOLOGÍA	19	32	12
ECOLOGÍA FORESTAL	13	N.R.	N.R.
ECOLOGÍA MARINA	45	13	13
ECOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES	55	N.R.	12
MANEJO DE ECOSISTEMAS EN ZONAS ÁRIDAS	16	N.R.	N.R.
MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES TROPICALES	11	2	4
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO INTEGRADO	N.R.	N.R.	N.R.

ÁREA: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. SUBÁREA: INGENIERÍA AMBIENTAL

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL	15	N.R.	N.R.
CIENCIAS AMBIENTALES	46	N.R.	N.R.
INGENIERÍA AMBIENTAL	360	168	34
INGENIERÍA AMBIENTAL Y ECOSISTEMAS	10	5	3
INGENIERÍA AMBIENTAL: EVALUACIÓN E IMPACTO	8	4	4
INGENIERÍA Y PROTECCIÓN AMBIENTAL	35	31	N.R.
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO INTEGRADO	39	34	4
PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN AMBIENTAL	18	N.R.	2
SISTEMAS AMBIENTALES	58	1	1
SISTEMAS DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	23	9	2

SUBÁREA: INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA CIVIL	27	21	15
INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN HIDRÁULICA Y AMBIENTAL	4	3	3

SUBÁREA: INGENIERÍA DE LOS TRANSPORTES

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA DE TRÁNSITO	17	N.R.	N.R.
INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE	27	N.R.	N.R.
INGENIERÍA DEL TRANSPORTE	3	2	3
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE CARGA	17	1	3

SUBÁREA: INGENIERÍA HIDRÁULICA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
AGUAS SUBTERRÁNEAS	4	N.R.	N.R.
CIENCIAS DEL AGUA	8	9	7
HIDROCIENCIAS	18	13	7
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA	N.R.	N.R.	N.R.
HIDROSISTEMAS	18	1	1
INGENIERÍA HIDRÁULICA	37	36	2
INGENIERÍA HIDRÁULICA AMBIENTAL	15	N.R.	N.R.
RECURSOS HIDRÁULICOS DE ZONAS ÁRIDAS	N.R.	N.R.	N.R.

SUBÁREA: INGENIERÍA PESQUERA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
ACUACULTURA	57	23	17
CIENCIAS PESQUERAS	14	7	5
MANEJO SUSTENTABLE DE ZONAS COSTERAS	13	4	N.R.
PESCA INDUSTRIAL	4	N.R.	N.R.

SUBÁREA: INGENIERÍA PORTUARIA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA PORTUARIA	20	7	N.R.

Población Escolar Total de Maestría: 90, 592

Población Escolar del Área de Ciencias Naturales y Exactas: 3, 147 (3.4%)

Población Escolar del Área de Ingeniería y Tecnología: 13, 459 (14.8%)

Población en aspectos relacionados con el recurso agua: 1, 516 (1.6%)

TABLA C.10 POBLACIÓN DE DOCTORADO POR ÁREA Y PROGRAMA 2001

ÁREA: CIENCIAS AGROPECUARIAS. SUBÁREA: AGRONOMÍA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA	N.R.	N.R.	N.R.

ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS. SUBÁREA: CIENCIAS DE LA TIERRA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIAS GEOLÓGICAS	N.R.	N.R.	1
CIENCIAS DE LA TIERRA	105	N.R.	5
GEOFÍSICA APLICADA	3	1	1
SISMOLOGÍA	1	N.R.	N.R.

SUBÁREA: CIENCIAS DEL MAR

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIAS DEL MAR	35	8	3
CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA	21	N.R.	N.R.
OCEANOGRAFÍA COSTERA	39	12	12
OCEANOGRAFÍA FÍSICA	4	N.R.	N.R.

SUBÁREA: ECOLOGÍA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
ECOLOGÍA	5	1	5
ECOLOGÍA MARINA	19	6	6
ECOLOGÍA, ACUICULTURA Y PESCA	1	N.R.	N.R.
ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	52	10	6

ÁREA: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. SUBÁREA: INGENIERÍA AMBIENTAL

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
CIENCIAS AMBIENTALES	8	N.R.	N.R.
CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL	22	22	N.R.

SUBÁREA: INGENIERÍA CIVIL

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
INGENIERÍA	286	13	18

SUBÁREA: INGENIERÍA HIDRÁULICA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
HIDROCIENCIAS	15	3	1
INGENIERÍA EN CIENCIAS DEL AGUA	12	2	2

SUBÁREA: INGENIERÍA PESQUERA

PROGRAMA	MATRÍCULA	EGRESADOS 2000	GRADUADOS 2000
ACUICULTURA	N.R.	N.R.	N.R.

Población Escolar Total de Doctorado: 9, 133

Población Escolar del Área de Ingeniería y Tecnología: 1, 620 (17.7%)

Población Escolar del Área de Ciencias Naturales y Exactas: 2, 425 (26.55%)

Población Escolar del Área de Ciencias Agropecuarias: 467 (5.11%)

Población de doctorado en aspectos relacionados con el recurso agua: 628 (6.8%)

TABLAC.11 DISTRIBUCIÓN DE BECARIOS NACIONALES CONACYT (2000)

ÁREA	PORCENTAJE
CIENCIAS DE LA TIERRA	3
HUMANAS Y DE LA CONDUCTA	5
CIENCIAS DE LA SALUD	8
CIENCIAS NATURALES	13
APLICADAS A LA BIOLOGÍA	14
CIENCIAS EXACTAS	15
CIENCIAS SOCIALES	20
INGENIERÍA	22

TABLAC.12 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN APOYADOS POR CONACYT (1991 –1996)

ÁREA	PORCENTAJE
APLICADAS A LA BIOLOGÍA	5
CIENCIAS DE LA TIERRA	7
HUMANAS	8
CIENCIAS SOCIALES	9
INGENIERÍA	14
CIENCIAS DE LA SALUD	17
CIENCIAS EXACTAS	17
CIENCIAS NATURALES	23

TABLA C.13 DISTRIBUCIÓN DE LOS MONTOS ASIGNADOS A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN POR CONACYT (1991 – 1996)

ÁREA	PORCENTAJE
APLICADAS A LA BIOLOGÍA	5
CIENCIAS DE LA TIERRA	7
HUMANAS	8
CIENCIAS SOCIALES	9
INGENIERÍA	14
CIENCIAS DE LA SALUD	17
CIENCIAS EXACTAS	17
CIENCIAS NATURALES	23

TABLA C.14 NÚMERO DE PROGRAMAS EN EL PADRÓN DE EXCELENCIA DEL CONACYT (1991 –99)

AÑO/NIVEL	MAESTRÍA	DOCTORADO	OTROS	TOTAL
1991	296	118	10	424
1992	322	120	10	452
1993	320	129	8	457
1994	392	172	8	572
1995	40	194	7	611
1996-1997	305	156	0	461
1997-1998	311	160	0	471
1998-1999	302	166	0	468

Fuente: CONACYT. Estadísticas del Padrón de Posgrado

TABLA C.15 PROGRAMAS REGISTRADOS EN CONACYT POR DISCIPLINA Y NIVEL. CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (1999 – 2000)

DISCIPLINA	MAESTRÍA				DOCTORADO				TOTAL
	A	C	E	SUBTOTAL	A	C	E	SUBTOTAL	
ASTRONOMÍA		1		1		1		2	2
CIENCIAS DE LA TIERRA	4	2	1	7	2	1		3	10
CIENCIAS DEL MAR		1		1		1		1	2
COMPUTACIÓN		5		5		2		2	7
FÍSICA	12	6	1	19	11	5	3	19	38
ING. AMBIENTAL			1	1			1	1	2
INGENIERÍA CIVIL			1	1					1
ING. DE MATERIALES	2	8	2	12		4	2	6	18
ING. ELÉCTRICA	3	4		7	1	2	1	4	11
ING. ELECTRÓNICA	3	3	2	8		2	2	4	12
ING. HIDRÁULICA		1		1		1		1	2
ING. MECÁNICA		2		2		1		1	3
ING. METALÚRGICA	2		2	4	1	1		2	6
ING. QUÍMICA	3	2		5	2	2		4	7
MATEMÁTICAS	5	5	1	11	4	2	1	7	18
MULTIDISCIPLINA		2	1	3		2	2	4	7
QUÍMICA	4	1	1	6	2	2	1	5	11
TOTAL	38	43	13	94	23	29	13	65	159

Fuente: CONACYT. Estadísticas del Padrón de Posgrado. A: ACEPTADO. C: CONDICIONADO. E: EMERGENTE

TABLA C.16 PROGRAMAS REGISTRADOS POR INSTITUCIÓN Y NIVEL. CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (1999-2000)

TIPO DE INSTITUCIÓN	MAESTRÍA				DOCTORADO				TOTAL
	A	C	E	SUBTOTAL	A	C	E	SUBTOTAL	
CINVESTAV	6	1	3	10	6	1	3	10	20
ENTIDADES SEP CONACYT	10	2	3	15	6	5	1	12	27
INSTITUTOS TECNOLÓGICOS	2	4	0	6	1	1	0	2	8
IPN	2	7	1	10	2	2	2	6	16
OTRAS	1	1	0	2	0	0	0	0	2
UAM	4	1	1	6	4	0	2	6	12
UNAM	0	8	0	8	0	8	0	8	16
UNIVERSIDADES PRIVADAS	0	2	0	2	0	0	0	0	2
UNIVERSIDADES PÚBLICAS	13	17	5	35	4	12	5	21	56
TOTAL	38	43	13	94	23	29	13	65	159

Fuente: CONACYT. Estadísticas del Padrón de Posgrado. A: ACEPTADO. C: CONDICIONADO. E: EMERGENTE

TABLA C.17 PADRÓN DE POSGRADOS DE EXCELENCIA DEL CONACYT. PARTICIPACIÓN DEL IPN (1999-2001)

NIVEL / AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
MAESTRÍA	22	24	21	22	22	22	15	17	17	17	15
DOCTORADO	7	10	12	12	11	11	9	9	10	10	11
TOTAL	29	34	33	34	33	33	24	26	27	27	26

TABLA C.18 ALUMNOS GRADUADOS DE M. EN C. EN HIDRÁULICA. IPN- ESIA-U. ZACATENCO (1991-2003)

NOMBRE DEL ALUMNO	AÑO DE INGRESO	AÑO DE GRADUACIÓN	NOMBRE DE LA TESIS
JAIME ROBERTO RUIZ Y ZURVIA FLORES	1980	1992	ALTURAS DE OLAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO CON BASE A OBSERVACIONES DESDE EMBARCACIONES
GUILLERMO ESPINOZA BUENDÍA	1991	1994	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS QUE AFECTAN LOS ACUÍFEROS DE LA CUENCA GEOHIDROLÓGICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO
CARLOS GÓMEZ PATIÑO	1991	1995	ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ONDA DE FLUJO PROVOCADA POR LA RUPTURA DE UNA CORTINA
LUCIO FRAGOSO SANDOVAL	1979	1995	CONTRIBUCIÓN A LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE CARACAMOS DE BOMBEO EN PLANTAS TERMOELÉCTRICAS EMPLEANDO MODELOS HIDRÁULICOS
HUGO ARTURO GARCÍA CASTAÑEDA	1992	1996	TRAMPA DE SEDIMENTOS PARA EVITAR EL AZOLVE EN ESTUARIOS
MARÍA CRISTINA GARCÍA GOVEA	1990	1996	SOLUCIÓN LINEAL AL PROBLEMA DE LA PROPAGACIÓN DE UNA ONDA SOLITARIA A TRAVÉS DE UNA ESTRUCTURA SUMERGIDA PERMEABLE
JOSÉ MIGUEL MONTOYA RODRÍGUEZ	1986	1996	EFFECTOS DEL ESFUERZO RADIAL DEL OLEAJE EN LA GENERACIÓN DE CORRIENTES LITORALES
FERNANDO GAYTAN SÁNCHEZ	1991	1997	SIMULACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DE UN SISTEMA LAGUNAR (APLICACIÓN NICHUPTÉ)
ROBIE BONILLA GRIS	1993	1997	CONTRIBUCIÓN A LA ESTIMACIÓN ANALÍTICA DE LA VORTICIDAD DEL FLUJO EN CARCAMOS DE BOMBEO
CARLOS OCTAVIO AGUILERA DELGADILLO	1991	1997	EVALUACIÓN DE CAUDAL DE RESERVA ECOLÓGICO EN LAS DESCARGAS DE LAS PRESAS A LOS CRUCES NATURALES BAJO CRITERIOS ECOLÓGICOS.
ELIDIO HERRERA ÁLVAREZ	1996	1999	ESTUDIO NUMÉRICO Y EXPERIMENTAL DE DESCARGAS VERTICALES DE EMISORES SUMERGIDOS EN CUERPOS DE AGUA EN REPOSO
CARLOS JAVIER QUEZADA LUNA	1984	2000	VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA EN UN TANQUE DIDÁCTICO DE OSCILACIÓN SIMPLE
DANIEL JOEL ARCOS HERNÁNDEZ	1993	2000	ACTUALIZACIÓN DE LOS COEFICIENTES PARA OBTENER LA RECARGA EN LOS ACUÍFEROS DEL VALLE DE MÉXICO
KARINA G. OCAÑA ESPINOSA DE LOS MONTEROS	1996	2001	MODELACIÓN FÍSICA DE ROMPEOLAS SUMERGIDOS CON OLEAJE IRREGULAR
JOSÉ LUIS FLORES ROMAY	1993	2003	REDUCCIÓN DE LA SOCAVACIÓN EN PILAS MEDIANTE EL USO DE RUGOSIDAD ARTIFICIAL
JORGE LUIS OLIVER GONZÁLEZ	1996	2003	EXTRACCIÓN DE AZOLVE EN EMBALSES PEQUEÑOS POR MEDIO DE SIFONES
MARCO ANTONIO GARCÍA CHÁVEZ	1999	2003	DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN TUBERÍAS SOBRE APLICACIÓN CAD
CORAL GARCÍA GOVEA	1993	2003	UTILIZACIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITE PARA EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DEL RÍO NAZAS
ROCÍO MANZANARES BAUTISTA	1997	2003	INFLUENCIA DE LOS FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS EN UNA CUENCA HIDROLÓGICA: CASO PARTICULAR LAS NEVADAS

NOTA: EN 2002 NO HUBO GRADUADOS. FUENTE: ESIA-ZAC. SEPI

ANEXO D

TABLA D.1 FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL IPN (1994-2002) (miles de pesos)

FUENTE/AÑO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
IPN	16,745	35,738	39,745	56,548	60,000	60,000	60,000	66,800	57,000
CONACYT	6,846	8,862	15,472	19,935	12,673	31,499	39,922	14,100	40,700
OTROS	1,402		1,459	128	9,211	3,672	2,416	n.d.	n.d.
TOTAL	24,993	44,600	56,677	63,611	72,673	91,499	102,338	67,307	97,700

TABLA D.2 ALUMNOS DEL IPN INSCRITOS EN EL PROGRAMA PIFI (1994-2002)

PERÍODO	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002
ALUMNOS	1180	1598	2130	1149	1136	1012	1060	1300

TABLA D.3 MIEMBROS DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES (SNI) 1995-2002

NIVEL / AÑO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
CANDIDATO	47	37	60	64	79	79	68	68
NIVEL 1	93	109	131	157	167	167	182	182
NIVEL 2	20	17	21	24	37	37	51	51
NIVEL 3	2	5	5	8	14	14	6	6
TOTAL	162	172	217	253	297	297	318	318

ANEXO E**TABLA E.1 ANÁLISIS DEL OBJETO DE EVALUACIÓN, PARA ESTUDIOS DE POSGRADO****VARIABLE 1 ALUMNOS**

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Institucional ❖ Geográfico-político ❖ Socio-económico 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Institución de procedencia ❖ Registros ❖ Documentos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Calidad y prestigio institucional ❖ Grado de cobertura ❖ Grado de coherencia
Experiencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Laboral u ocupacional ❖ Docente Investigativa ❖ Participación en eventos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Certificaciones ❖ Publicaciones ❖ Producción intelectual ❖ Hoja de vida 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tiempo ❖ Grado ❖ Nivel ❖ Calidad
Proceso de admisión	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Criterios ❖ Requisitos ❖ Procedimientos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en normas y reglamentos ❖ Ejecución ❖ Rendimiento académico 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Claridad y pertinencia ❖ Eficacia
Dedicación al programa	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Suficiencia ❖ Rendimiento académico 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Normas ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Eficacia ❖ Pertinencia de la dedicación

VARIABLE 2 EGRESADOS

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Perfil	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Laboral u ocupacional ❖ Profesional ❖ Investigativo 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en el plan de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Eficacia ❖ Pertinencia
Permanencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Duración promedio de titulación por estudiante 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en normas y plan de estudios ❖ Registros académicos ❖ Estadísticos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Relación entre períodos de duración ❖ Consistencia ❖ Pertinencia
Desempeño	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Profesional ❖ Producción intelectual ❖ Prestigio 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Certificaciones ❖ Publicaciones ❖ Prestigio estimado (local, nacional, internacional) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grado ❖ Nivel ❖ Calidad

VARIABLE 3 PROFESORES

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Formación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Estudios: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Pregrado ➢ posgrado 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Certificaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tiempo ❖ Grado ❖ Nivel ❖ Calidad (calificación, méritos) ❖ Pertinencia
Experiencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Laboral u ocupacional ❖ Docente Investigativa ❖ Participación en eventos y sociedades académicas, científicas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Certificaciones ❖ Producción intelectual ❖ Publicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tiempo ❖ Grado ❖ Nivel ❖ Calidad
Proceso de selección	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Criterios ❖ Requisitos ❖ Procedimientos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en las normas ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Pertinencia ❖ Eficacia

Escalafón	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nivel o categoría 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en las normas ❖ Certificación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Pertinencia (con referencia al programa)
Responsabilidades académicas y dedicación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Producción intelectual ❖ Reconocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos del plan de actividades del programa de formación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Porcentaje de dedicación a cada aspecto ❖ Pertinencia

VARIABLE 4 CURRÍCULUM

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Fundamentación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Histórico- contextual ❖ Aspectos filosóficos y conceptuales ❖ Misión y políticas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en documentos y normas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Consistencia ❖ Pertinencia
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Diagnóstico de necesidades ❖ Interdisciplinariedad ❖ Propósitos ❖ Objetivos ❖ Relaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en documentos y plan de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Consistencia ❖ Pertinencia
Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tipo de contenidos ❖ Formas de organización ❖ Valor en créditos <ul style="list-style-type: none"> ➢ Relaciones: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Entre sí ➢ Con los propósitos y objetivos ➢ Con los fundamentos ➢ Entre teoría, práctica y realidad 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en el Plan de Estudios ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nivel de claridad en la formulación ❖ Precisión ❖ Flexibilidad ❖ Consistencia ❖ Congruencia ❖ Pertinencia
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Modalidad de ofrecimiento: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Presencial ➢ Semipresencial ➢ A distancia ❖ Estrategias pedagógicas, orientación y énfasis en: <ul style="list-style-type: none"> ➢ La reflexión teórica ➢ La investigación ➢ La aplicación ➢ Relación teoría práctica 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en documentos y en el Plan de Estudios ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nivel de claridad ❖ Nivel de precisión ❖ Flexibilidad ❖ Consistencia ❖ Pertinencia
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Rol ❖ Énfasis ❖ Orientación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Líneas de investigación ❖ Grupos de investigación ❖ Formas de organización 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nivel de importancia para el programa ❖ Nivel de flexibilidad ❖ Nivel de dedicación ❖ Pertinencia ❖ Relevancia social
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Objeto de la evaluación ❖ Estrategias de la evaluación ❖ Propósitos de la evaluación ❖ Frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en normas ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grado de claridad ❖ Calidad ❖ Eficacia ❖ Pertinencia
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Materiales y equipos para la docencia y la investigación ❖ Infraestructura física, dotación, equipamiento e insumos ❖ Financiamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en inventarios y registros ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Disponibilidad ❖ Pertinencia ❖ Suficiencia

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Formas de programación (calendario, horarios) ❖ Formas de promoción ❖ Formas de acreditación (titulación) ❖ Eficiencia interna 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en normas o reglamentos ❖ Plan de estudios ❖ Ejecución ❖ Estadística 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Pertinencia ❖ Consistencia ❖ Flexibilidad ❖ Niveles de deserción y retención

VARIABLE 5 ADMINISTRACIÓN

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Estructura organizativa	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Instancias ❖ Relaciones entre ellas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en las normas ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Claridad ❖ Consistencia ❖ Pertinencia ❖ Flexibilidad
Procesos de gestión	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Académica ❖ De apoyo ❖ Financiamiento ❖ Capacitación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos contenidos en normas ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Claridad ❖ Consistencia ❖ Pertinencia ❖ Flexibilidad
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Infraestructura física ❖ Medios y procesos de comunicación ❖ Dotación y equipamiento ❖ Financiamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inventario y registros ❖ Fuentes, presupuestos, rubros ❖ Ejecución ❖ Biblioteca ❖ Becas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Eficacia ❖ Consistencia ❖ Grado de cobertura ❖ Suficiencia

VARIABLE 6 ENTORNO INSTITUCIONAL

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Direccionalidad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Misión ❖ Objetivos ❖ Estrategias ❖ Correspondencia 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Normas ❖ Reglamentos ❖ Documentos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Eficacia ❖ Consistencia ❖ Pertinencia
Área de influencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Geográfico- política ❖ Socio- económica ❖ Científico- tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Datos ❖ Registros ❖ Documentos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grado de cobertura
Desarrollo institucional	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Programas profesionales ❖ Programas de formación avanzada ❖ Investigación ❖ Publicaciones ❖ Asesoría y consultoría ❖ Egresados 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número de programas ❖ Niveles ❖ Documentos ❖ Estadísticas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tendencia
Relaciones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Intrainstitucionales (entre pregrados y posgrados) ❖ Líneas, programas y proyectos de investigación ❖ Interinstitucionales (con agencias gubernamentales, no gubernamentales, académicas, industriales, locales, nacionales, internacionales, con comunidades científicas, tecnológicas, culturales) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Convenios ❖ Proyectos ❖ Programas de pregrado y de posgrado 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Correspondencia ❖ Pertinencia ❖ Cantidad ❖ Duración

VARIABLE 7 IMPACTO

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Aporte al desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Científico- tecnológico ❖ Económico- social ❖ Cultural (local, nacional, internacional) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Egresados ❖ Publicaciones ❖ Resultados de investigaciones ❖ Organización de eventos ❖ Participación en eventos ❖ Prestigio estimado 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cantidad ❖ Aplicación ❖ Eficacia

VARIABLE 8 EVALUACIÓN

ELEMENTOS	ASPECTOS	INDICADORES	CRITERIOS
Objetos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Alumnos ❖ Profesores ❖ Egresados ❖ Currículum ❖ Investigación ❖ Administración ❖ Entorno ❖ Impacto ❖ Frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Informes de evaluación ❖ Uso de resultados ❖ Cambios generados 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Aplicación ❖ Eficacia
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Autoevaluación ❖ Evaluación externa ❖ Ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Informes ❖ Aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Pertinencia ❖ Eficacia
Relación con los procesos de planeación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ A nivel del programa ❖ A nivel institucional 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Planes de desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Existencia ❖ Aplicación ❖ Eficacia ❖ Pertinencia

ANEXO F

TABLA F.1 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN ASPECTOS HIDROLÓGICOS

PROBLEMA HIDROLÓGICO	INVESTIGACIÓN NECESARIA	MÉTODO PROPUESTO
Lluvia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Medición y estimación de su distribución espacial. Combinación de mediciones de pluviómetros, radares e imágenes de satélite para estimar lluvia media. ❖ Reubicación de pluviómetros y disminución de la densidad de redes. ❖ Formación y circulación de lluvia ácida. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Percepción remota, Kriging ❖ Filtro de Kalman ❖ Kriging ❖ Circulación atmosférica
Evaporación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Medición y estimación de su distribución espacial. ❖ Disipación de contaminantes orgánicos (fenoles, petróleo, etc.) e inorgánicos (metales pesados, etc.) ❖ Efectos de la desertificación. ❖ Captación de agua evaporada ❖ Evaporación de agua salada 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Percepción remota, Kriging ❖ Acoplación de la física de evaporación con modelos de equilibrio cinética- química. ❖ Regresión ❖ Mallas de condensación ❖ Energía solar
Humedad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evolución temporal ❖ Relación de distribución espacial de lluvia con distribución espacial de humedad del suelo. ❖ Contenido a distintas profundidades 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ecuaciones de flujo en medios porosos no saturados ❖ Percepción remota, Kriging ❖ Percepción remota, pros-pección eléctrica
Infiltración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Variación espacial durante tormentas ❖ Evaporación y percolación de agua infiltrada ❖ Variación temporal ❖ Cuantificación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Kriging, fractales ❖ Modelos energéticos y de flujo de agua en medios porosos ❖ Métodos electromagnéticos ❖ Prospección eléctrica, percepción remota
Escorrentamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evolución de las relaciones lluvia- escurrimiento como consecuencia de cambios antropogénicos en una cuenca ❖ Estimación de gastos máximos ❖ Variación de escurrimiento en función del movimiento de tormentas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Métodos estadísticos, geomorfológicos y ecológicos ❖ Paleohidrología, métodos estadísticos ❖ Modelos lluvia- escurrimiento, modelos de cuenca hidrológica
Tránsito de avenidas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tránsito en redes hidrográficas ❖ Tránsito en zonas inundables ❖ Definición de llanuras de inundación 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Métodos operacionales ❖ Modelos de cuenca hidrológica ❖ Percepción remota
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Efecto de fertilizantes y pesticidas en la contaminación de acuíferos ❖ Transporte de contaminantes no conservativos en ríos, lagos y acuíferos ❖ Relaciones químicas entre distintas aguas residuales, y entre éstas y sedimentos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Flujo en medios porosos, modelos de química cinética, métodos electromagnéticos ❖ Acoplar las ecuaciones de Navier-Stokes, con las de equilibrio y cinética química ❖ Modelos de equilibrio y cinética química
Variaciones climáticas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Efecto de dióxido de carbono, calentamiento global del planeta, disminución de la capa de ozono y efecto de invernadero en los componentes del ciclo hidrológico 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Simulación

TABLA F.2 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS EN INVESTIGACIÓN HIDROLÓGICA

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	ACCIONES REQUERIDAS	PROGRAMA PROPUESTO
Adaptación de modelos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Combinar modelos físicamente basados, conceptuales y operacionales. ❖ Robustecer modelos hidrológicos para que funcionen bien bajo condiciones distintas a las que prevalecen durante su calibración 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Organizar foros para difundir y promover el desarrollo de esta área naciente ❖ Establecer reuniones nacionales para informar sobre este tipo de técnicas
Cooperación internacional	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evaluar el impacto de variaciones climáticas en la disponibilidad de agua. ❖ Elaborar modelos de circulación atmosférica, dinámica hidrológica a nivel planetario, balances agrológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Colaborar con programas internacionales ❖ Participar en proyectos internacionales y formar expertos nacionales
Planeación de investigación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Incentivar una secuencia lógica e interdependiente hacia la consecución de objetivos específicos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Formular un programa nacional de investigación básica y aplicada a mediano y largo plazos
Información	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Facilitar el acceso de datos hidrológicos básicos a toda la comunidad hidrológica nacional, a través de medios magnéticos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Crear una base de datos a nivel nacional, con acceso mediante módem telefónico
Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Lograr el uso de desarrollos nacionales e internacionales 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Implantar un programa nacional de transferencia de conocimientos hacia los profesionistas encargados de explotar los modelos hidrológicos
Educación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Concienciar a la sociedad sobre la importancia del agua 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Realizar campañas educativas para que los ciudadanos comprendan que el precio del agua no siempre refleja su verdadero valor

TABLA F.3 EFECTOS DE LOS DESASTRES NATURALES EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA, EN LA INFRAESTRUCTURA Y EN LA AGRICULTURA

TIPO DE DESASTRE	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE	EFFECTOS EN LA INFRAESTRUCTURA	EFFECTOS EN LA AGRICULTURA
TERREMOTOS	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Temblores y fisuras. ❖ Deslizamientos de tierra. ❖ Licuefacción ❖ Asentamientos y derrumbes subterráneos ❖ Avalanchas y deslizamientos ❖ Cambio en el curso de aguas subterráneas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Daños a las construcciones (productivas como fábricas, públicas, sociales, vivienda y patrimonio cultural) ❖ Daños diversos en caminos, puentes, diques y canales. ❖ Rotura de conductos: tuberías, postes y cables ❖ Enterramiento y socavamientos de represamientos: embaucamiento de ríos que ocasionan inundaciones locales. ❖ Hundimiento de estructuras y edificaciones. ❖ Deterioro de construcciones subterráneas. ❖ Destrucción y daño de infraestructura urbana (redes, calles, equipos y mobiliario). 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pérdidas localizadas en zonas afectadas por deslizamientos en zonas afectadas o licuefacción . ❖ Pérdida temporal de sistemas de irrigación ❖ Pérdidas localizadas en plantas y cobertura vegetal y bosques.

TIPO DE DESASTRE	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE	EFFECTOS EN LA INFRAESTRUCTURA	EFFECTOS EN LA AGRICULTURA
HURACANES, TIFONES Y CICLONES	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Vientos de gran fuerza, racheados y constantes. ❖ Inundaciones (por lluvia y engrosamiento y desborde de cauces) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Daños a edificaciones. ❖ Interrupción, rotura y caída de líneas de distribución, en particular aéreas. ❖ Daños a puentes y carreteras por deslizamientos, avalanchas y aludes torrenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pérdida de cobertura vegetal, caída de árboles, daños a las siembras y cosechas, especialmente de gramíneas por el viento. ❖ Erosión afecta a cosechas de raíces y tubérculos.
SEQUIÁS	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Desecamiento y resquebrajamiento de la tierra y pérdida de la capa vegetal. ❖ Exposición a la erosión del viento ❖ Desertización 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ No ocasiona pérdidas mayores 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Pérdida de siembras, cosechas y cubierta vegetal. ❖ Erosión y daños a bosques. ❖ Depósito de arena y tierra infértil. ❖ Alteración de los tipos y ciclos de las cosechas. ❖ Desarrollo de vegetación de clima seco, resistente a la sequía, como arbustos espinosos y cactáceas.
INUNDACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Erosión ❖ Sobresaturación de agua, desestabilización de suelos y deslizamientos. ❖ 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Aflojamiento de bases y pilotaje de edificaciones. ❖ Enterramiento y deslizamiento de construcciones y obras de infraestructura. ❖ Bloqueo y sedimentación de canales y drenajes. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Destruye cosechas, altera el tipo de cultivos y los ciclos de cosecha. ❖ Daño localizado en tierras, sembradíos y zonas boscosas. ❖ La mayor humedad mejora la calidad de algunas tierras y las vuelve productivas (así sea temporalmente).
MAREMOTOS O TSUNAMIS	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inundaciones. ❖ Salinización y sedimentación en franjas costeras. ❖ Contamina aguas y capa freática. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Destruye o daña edificaciones, puentes, carreteras, sistemas de riego y drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Daño localizado en cosechas. ❖ Destrucción de plantaciones costeras. ❖ Alteración en ciclos reproductivos de fauna costera y daños a la actividad pesquera.
ERUPCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Incendios pérdida de 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Destruye edificaciones y todo tipo de 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Defoliación

TIPO DE DESASTRE	EFFECTOS EN LA SUPERFICIE	EFFECTOS EN LA INFRAESTRUCTURA	EFFECTOS EN LA AGRICULTURA
VOLCÁNICAS	<ul style="list-style-type: none"> ❖ cubierta vegetal. ❖ Depósito de desechos incandescentes y lava. ❖ Depósito de cenizas. ❖ Deterioro de suelos por asentamiento de productos químicos aéreos. ❖ Deslizamientos, avalanchas y aludes torrenciales. ❖ Licuefacción ❖ Deshielo y avalanchas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ infraestructura. ❖ Derrumbamiento de techumbres por depósito de cenizas. ❖ Enterramiento de edificaciones ❖ Ocasiona incendios ❖ Afecta canales, puentes y líneas de conducción y transmisión, (aéreas y subterráneas). 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ extensa. ❖ Daños en cubierta vegetal y boscosa ❖ Incendios en zonas cercanas a la erupción. ❖ Enterramiento de cosechas, daños en tierras productivas por sedimentación, contaminación y deslizamientos. ❖ Incendios en plantaciones. ❖ Depósitos de ceniza incrementan fertilidad de suelos no dañados.

TABLA F.4. MOVIMIENTO NACIONAL DE CARGA (ton)

TIPO DE CARGA	ALTURA			CABOTAJE			TOTAL		
	2001	2002	%	2001	2002	%	2001	2002	%
GENERAL SUELTA	2'886,903	3'305,755	14.5	2'499,371	2'587,362	3.5	5'386,274	5'893,117	9.4
GENERAL CONTENERIZADA	4'128,720	4'154,660	0.6	18,959	28,959	52.7	4'147,679	4'183,619	0.9
GRANEL AGRÍCOLA	5'264,195	4'706,139	10.6	-	87,570	N/C	5'264,195	4'793,709	8.9
GRANEL MINERAL	12'560,065	12'442,237	0.9	8'738,760	7'161,126	18.1	21'298,825	19'603,363	8.0
OTROS FLUIDOS	1'990,062	2'261,126	13.6	58,826	118,034	100.6	2'048,888	2'379,160	16.1
PETRÓLEO Y DERIVADOS	45'604,563	45'815,370	0.5	15'999,103	17'160,578	7.3	61'603,666	62'975,948	2.2
TOTAL	72'434,508	72'685,287	0.3	27'315,019	27'143,629	0.6	99'749,527	99'828,916	0.1

N/C NO COMPARABLE. FUENTE: SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TABLA F.5. TOTAL POR TIPO DE TRÁFICO EN PUERTOS COMERCIALES (ton)

UBICACIÓN	ALTURA			CABOTAJE			TOTAL		
	2001	2002	%	2001	2002	%	2001	2002	%
PACÍFICO	7'595,320	7'606,533	0.1	3'841,481	3'298,178	14.1	11'436,801	10'904,711	4.7
ENSENADA, B. C.	281,096	415,998	48.0	231,936	214,689	7.4	513,032	630,687	22.9
SAN CARLOS, B. C. S.	4,776	-	N/C	16,580	20,528	23.8	21,356	20,528	3.9
LA PAZ, B. C. S.	-	-	N/C	462,109	448,873	2.9	462,109	448,873	2.9
PICHILINGUE, B. C. S.	-	-	N/C	316,661	285,818	9.7	316,661	285,818	9.7
GUAYMAS, SON.	542,366	294,566	45.7	9,235	48,526	425.5	551,601	343,092	37.8

UBICACIÓN	ALTURA			CABOTAJE			TOTAL		
	2001	2002	%	2001	2002	%	2001	2002	%
TOPOLOBAMPO, SIN.	107,306	88,190	17.8	554,740	594,980	7.3	662,046	683,170	3.2
MAZATLÁN, SIN.	122,747	89,769	26.9	162,078	208,719	28.8	284,825	298,488	4.8
MANZANILLO, COL.	2'683,608	2'879,651	7.3	836,592	819,126	2.1	3'520,200	3'698,777	5.1
LÁZARO CÁRDENAS, MICH.	3'795,740	3'826,852	0.8	1'251,492	656,919	47.5	5'047,232	4'483,771	11.2
ACAPULCO, GRO.	18,799	7,480	60.2	-	-	N/C	18,799	7,480	60.2
SALINA CRUZ, OAX.	38,882	4,027	89.6	58	-	N/C	38,940	4,027	89.7
GOLFO- CARIBE	12'221,647	12'733,973	4.2	1'004,294	1'202,661	19.8	13'225,941	13'936,634	5.4
ALTAMIRA, TAMPS.	2'836,248	2'735,581	3.5	47,355	37,336	21.2	2'883,603	2'772,917	3.8
TAMPICO, TAMPS.	1'278,567	1'546,350	20.9	160,779	335,673	108.8	1'439,346	1'882,023	30.8
TUXPAN, VER.	551,335	595,080	7.9	10,726	18,281	70.4	562,061	613,361	9.1
VERACRUZ, VER.	5'892,670	6'057,991	2.8	-	7,908	N/C	5'892,670	6'065,899	2.9
COATZACOALCOS, VER.	946,374	993,341	5.0	89,319	136,574	52.9	1'035,693	1'129,915	9.1
FRONTERA, TAB.	-	-	N/C	3,946	-	N/C	3,946	-	N/C
CD. DEL CARMEN, CAMP.	32,698	7,576	76.8	57,082	54,806	4.0	89,780	62,382	30.5
PROGRESO, YUC.	672,262	787,612	17.2	51,441	81,127	57.7	723,703	868,739	20.0
PUERTO MORELOS, Q. ROO	11,493	10,442	9.1	299,498	265,478	11.4	310,991	275,920	11.3
COZUMEL, Q. ROO	-	-	N/C	284,148	265,478	6.6	284,148	265,478	6.6
TOTAL	19'816,967	20'340,506	2.6	4'845,775	4'500,839	7.1	24'662,742	24'841,345	0.7

N/C NO COMPARABLE. FUENTE: SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

TABLA F.6. MOVIMIENTO NACIONAL EN PUERTOS COMERCIALES (ton)

TIPO DE CARGA	ALTURA			CABOTAJE			TOTAL		
	2001	2002	%	2001	2002	%	2001	2002	%
GENERAL SUELTA	2'858,410	3'260,209	14.1	2'204,424	2'277,527	3.3	5'062,834	5'537,736	9.4
GENERAL CONTENERIZADA	4'128,720	4'154,660	0.6	18,959	28,959	52.7	4'147,679	4'183,619	0.9
GRANEL AGRÍCOLA	5'260,724	4'706,139	10.5	-	87,570	N/C	5'260,724	4'793,709	8.9
GRANEL MINERAL	5'712,695	6'329,690	10.8	2'563,566	2'046,802	20.2	8'276,261	8'376,492	1.2
OTROS FLUIDOS	1'856,418	1'889,808	1.8	58,826	59,981	2.0	1'915,244	1'949,789	1.8
TOTAL	19'816,967	20'340,506	2.6	4'845,775	4'500,839	7.1	24'662,742	24'841,345	0.7

N/C NO COMPARABLE. FUENTE: SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

ANEXO G
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)
PROGRAMA ANUAL. PROYECTOS 2003

1) TECNOLOGÍA DE RIEGO Y DRENAJE

- Evaluación de los resultados del Programa de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego y del Programa de Desarrollo Parcelario durante el ejercicio fiscal 2002 sujetos a las reglas de operación.
- Elaboración de proyectos ejecutivos y capacitación en sistemas de riego parcelario del Programa Manejo Integral del Suelo y Agua 2002-2003.
- Evaluación de sistemas de drenaje en el distrito de riego 041, Río Yaqui, Sonora y distrito de riego 076, Valle del Carrizo, Sinaloa.
- Programa de Saneamiento Integral del Alto Lerma (margen izquierda), Edo. de México.
- Promoción y consolidación de la conservación de agua y suelo, y su impacto en las fuentes de agua potable de la Cuenca de Valle de Bravo, Edo. de México (segunda etapa).
- Proyecto ejecutivo para la tecnificación del distrito de riego 068.
- Estudio socioeconómico – productivo de la propuesta de tecnificación del distrito de riego Altar Piquito Caborca, Sonora.
- Evaluación de resultados del Programa de Rehabilitación y Modernización de distritos de riego y del programa de desarrollo parcelario en el ejercicio fiscal 2003 y su cumplimiento a las reglas de operación.
- Captura de información en 22 unidades de riego con una superficie de 28,380 ha distribuidas en las entidades federativas de Guanajuato, Jalisco y Michoacán.
- Proyecto ejecutivo para tecnificación de la unidad de riego Bachiniva, Chihuahua.
- Generación del mapa de microcuencas hidrográficas del estado de Michoacán.
- Plan para la Conservación y Manejo Participativo de Microcuencas en el área de la mariposa Monarca, municipio de Ocampo, Michoacán.
- Diseño, construcción y evaluación de un sistema de drenaje parcelario subterráneo controlado en la costa de Chiapas.
- Revisión y actualización del Reglamento para la Distribución y Explotación, Uso o Aprovechamiento de las Aguas Nacionales Superficiales en la Cuenca del Río Bravo.
- Servicios Tecnológicos en Riego y Drenaje.
- Asistencia técnica en operación de la infraestructura modernizada y concesionada en el distrito de riego 005, en Delicias Chihuahua.
- Capacitación y organización en operación, conservación y administración de unidades de riego en los estados de Puebla y Oaxaca.

2) TECNOLOGÍA HIDRÁULICA

- Fortalecimiento de la capacidad de inspección a través de la elaboración de manuales técnicos de autocapacitación en materia de normas técnicas relacionadas con inspección y verificación (primera parte).
- Evaluación de los resultados del programa K013 y K017 ampliación a distritos de riego durante el ejercicio fiscal 2002, sujeto a las reglas del manual de operación.
- Evaluación de los resultados del programa K019 Desarrollo de Áreas de Temporal y del programa K019 Riego Suplementario durante el ejercicio fiscal 2002, sujeto a las reglas y manuales de operación.
- Mantenimiento y caracterización de molinetes de la Gerencia de Distritos y Unidades de Riego.

- Mantenimiento correctivo y caracterización de molinetes.
- Brindar servicio tecnológico especializado para mejorar la medición en obras de toma de presas de almacenamiento, a las gerencias regionales Noroeste, Cuencas Centrales y Lerma- Santiago- Pacífico, así como pozos de riego de la Gerencia Regional Noroeste.
- Curso básico de medición del agua
- Operación y mantenimiento de la instrumentación acelerográfica de las presas Chilatan, Michoacán; Trigomil, Jalisco y el Guíneo, Guerrero.
- Diseño de banco de pruebas de macromedidores de agua y supervisión de la construcción.
- Instalación y arranque de infraestructura para saneamiento de agua subterránea en subsuelo, del área de tratamiento de efluentes de la petroquímica Cangrejera.
- Estudio de la dispersión de la pluma del emisor submarino de la BASF en Altamira Tamaulipas.
- Modelo de transporte de sustancias en flujo no permanente en redes de agua potable.
- Aseguramiento de la calidad, mejoramiento continuo y monitoreo de células de distribución de la ciudad de Santiago de Querétaro, Qro.
- Programa de uso eficiente y racional del agua 2003.
- Sectorización de la red de agua potable de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Estudio y programa para la modernización del servicio público de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán y Nachital de Lázaro Cárdenas del Río, del estado de Veracruz.
- Simulación del impacto de diversas acciones de recuperación sobre el lago de Pátzcuaro.
- Diseño del Plan Estratégico de acciones para la recuperación del Lago de Pátzcuaro
- Usos del agua en la cuenca de Pátzcuaro
- Localización, caracterización y restauración de manantiales en el lago de Pátzcuaro.

3) TECNOLOGÍA HIDROLÓGICA

- Plan maestro de los aprovechamientos de los acuíferos de la zona conurbada de la ciudad de Guadalajara Jalisco (primera etapa).
- Gestión administrativa de la Subcoordinación de Hidrología Subterránea
- Gestión administrativa de la Subcoordinación de Hidrometeorología
- Gestión de proyectos de la Subcoordinación de Aprovechamientos Hidráulicos
- Gestión administrativa de la Subcoordinación de Hidrología y Mecánica de Ríos
- Software para la modelación de escalas grandes en acuíferos heterogéneos. Aplicaciones del Acuífero de Querétaro
- Servicios ambientales del lago de Chapala en la cuenca del río Lerma
- Software para la optimización y simulación de sistemas hidráulicos. Aplicación del río Bravo
- Paquete de cómputo para el cálculo hidrológico
- Estudio de factibilidad para el muestreo y análisis de testigos de sedimentos lacustres
- Proyecto piloto de monitoreo para la deposición húmeda de mercurio en México
- Tendencia histórica de la deposición de DDT en lagos mexicanos como indicador de transporte de larga distancia
- Generación e impresión de planos en formato AutoCAD, de los programas K013, K017 y K019
- Evaluación y diseño del proceso de saneamiento del vaso Cencalli
- Contaminación difusa en el agua subterránea en el acuífero de Irapuato Valle, Guanajuato

- Usos del agua en la cuenca de Pátzcuaro: capítulo de información geográfica
- Usos del agua en la cuenca de Pátzcuaro: aguas subterráneas
- Evaluación de las medidas propuestas por Micare para mantener el flujo natural del agua en el acuífero Allende- Piedras Negras, Coahuila
- Simulación numérica de ondas tropicales y su precipitación asociada
- Análisis de los escenarios prospectivos en la cuenca del río Conchos, Chihuahua
- Información de los servicios públicos para el estado de Guerrero (primera etapa)
- Instalación de estaciones hidroclimatológicas (EHCA) de pluviografos y colecta de datos climatológicos en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán
- Integración de un sistema de información geográfica para apoyar la planeación y el manejo de los recursos hidráulicos en el estado de Jalisco (primera etapa)
- Calibración de sensores de estaciones meteorológicas automáticas
- Diseño de sistemas de calibración automáticos de instrumentos climatológicos
- Implementación del sistema de verificación a tiempo real del pronóstico meteorológico operativo del modelo de mesoescala MM5 y asesoría en la implementación de un cluster para cómputo de alto rendimiento.
- Balance hídrico de la cuenca del valle de México
- Actualizar Bandas hasta 2002 de lo seleccionado por GASIR
- Metodología para la estimación del volumen de aguas en presas, mediante imágenes de satélite e información complementaria
- El lago de Chapala y su entorno Eco-social. Desarrollo de una matriz de contabilidad social para el análisis de las políticas ambientales.

4) TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA

- Aseguramiento de calidad en el laboratorio de calidad del agua y administración de la coordinación
- Desarrollo de tecnologías no convencionales para el tratamiento de efluentes de la fabricación de colorantes del tipo azo.
- Estudio piloto para la evaluación de la exposición de habitantes de las comunidades aledañas al lago de Chapala a contaminantes del agua.
- Desarrollo de bioherbicidas para el control de Salvinia molesta
- Implementación de dos nuevas técnicas analíticas para la determinación de gasolina y diesel en agua, así como de compuestos orgánicos volátiles
- Diseño, construcción y operación de un humedal de 0.5 lps en el lago de Pátzcuaro
- Manejo sustentable y diseño hidráulico y biológico de humedales para control de contaminación, para cinco descargas municipales.
- Estimación toxicológica del posible efecto de la descarga de la empresa BASF Mexicana, en el área costera del estado de Tamaulipas. Estudio previo a la puesta en operación del emisor submarino.
- Asistencia técnica para la acreditación de laboratorios de calidad del agua.
- Evaluación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos.
- Determinación del contenido de gases y arena en el agua influente a la potabilizadora del ramal Peñón- Texcoco.
- Fortalecimiento de la capacidad de inspección a través de la elaboración de manuales técnicos de autocapacitación en materia de calidad del agua descargada (segunda parte)
- Estudio de la reducción de evaporación mediante un método químico
- Manejo sustentable y diseño hidráulico y biológico de humedales para control de contaminación (segunda parte: humedal tipo para poblaciones pequeñas).
- Caracterización de los efluentes industriales de la refinería "Ing. Héctor Lara Sosa".

- Evaluación de los resultados del Programa Agua Limpia, sujeto a las reglas de operación para los programas de Infraestructura Hidroagrícola, y de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, a cargo de la Comisión Nacional del Agua.
- Caracterización de los efluentes acuosos generados en cada uno de las plantas de proceso de Petroquímica Pajaritos S.A. de C.V.
- Evaluación técnica del uso de la plata y sus compuestos en la desinfección del agua.

5) TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN

6) DESARROLLO PROFESIONAL E INSTITUCIONAL

ANEXO H

GRUPOS MEXICANOS DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN HIDRÁULICA

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Dirección General de Intercambio Académico, ha elaborado el sistema de información Aries, el cual contiene proyectos y personal de investigación. Es un banco de datos que incluye información sobre actividades de investigación de 60 instituciones de educación superior. La Dirección de Intercambio Académico está a cargo de su operación y coordina los procesos de actualización anual de la información, la cual es validada por las instituciones participantes. En el sistema se encuentran referencias sobre proyectos de investigación en proceso y también de aquellos terminados desde 1982 hasta el 2000, lo que constituye un acervo histórico muy importante. Los datos de los académicos, se refieren únicamente a aquellos que participan en los proyectos de investigación y que están adscritos actualmente a las instituciones que forman parte del sistema Aries.

Desafortunadamente, como ocurre con muchos bancos de información en nuestro país, no es fácil la actualización adecuada en tiempo y forma, básicamente porque las instituciones participantes no consideran prioritario el dar mantenimiento oportuno al propio sistema. En la búsqueda realizada se encontraron solo 60 registros de investigadores que realizan actividades de investigación hidráulica. No están incluidos los investigadores del IPN, del IMTA, CFE, IMP y del IMT, solo por citar algunas de las instituciones importantes en el ámbito nacional. Tal y como se ha mencionado en las conclusiones, es necesario decidir si es conveniente centralizar este tipo de información y darle mantenimiento, o bien generar una red a través de la cual todas las instituciones proporcionen la información y compartan el mantenimiento y la consulta.

A continuación se proporciona la relación de investigadores encontrada en este sistema de información:

TABLA H.1 SISTEMA ARIES. INVESTIGADORES EN HIDRÁULICA

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	INSTITUCIÓN
1. Allende Abreu Ignacio Vicente (Dr. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericanote Recursos del Agua
2. Andre Ramonet Cecile Marie (M. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro Interamericano de Recursos del Agua
3. Berezowsky Verduzco Moisés (M. en C.)	Hidráulica fluvial. Métodos matemáticos.	UNAM. Instituto de Ingeniería.
4. Cafaggi Félix Amalia Adriana (M. en C.) SNI 2	Hidráulica básica	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería Civil
5. Cámara Durán Oscar Alberto (Dr. en C.)	Agricultura de zonas áridas. Calidad del agua, salinidad y drenaje. Biorremediación de suelos.	Instituto Tecnológico de Sonora
6. Canales Elorduy Armando Gabriel (M. en C.)	Hidrología subterránea.	Instituto Tecnológico de Sonora
7. Carvajal Pérez José Noel (Dr. en C) SNI 1	Oceanografía física. Modelación numérica.	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
8. Cruickshank Villanueva Carlos (Dr. en C.)	Ing. Hidráulica, hidrología y geohidrología	UNAM. Instituto de Ingeniería
9. Díaz Delgado Carlos (Dr. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericanote Recursos del Agua
10. Díaz Maldonado Salvador (M. en C.)	Modelación de Acuíferos. Estudios hidrológicos.	Instituto Tecnológico de Sonora
11. Difurt Candelaria Arturo (M. en C.) SNI 2	Redes de agua y drenaje. Estudios geohidrológicos e hidrológicos.	Universidad Autónoma de S.L.P. Facultad de Ingeniería.
12. Domínguez Mora Ramón (Dr. en C.)	Hidrología y aprovechamientos hidráulicos	UNAM. Instituto de Ingeniería
13. Domínguez Mora Ramón (Dr. En Ing.)	Hidrología. Aprovechamientos hidráulicos.	UNAM. Instituto de Ingeniería.
14. Dueñez Alanis José (M. en C.). SNI 2	Manejo de cuencas hidrológicas. Hidrología de cuencas.	Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
15. Encinas Yepis David Alberto (M. en C.)	Meteorología por satélites. Sistemas de información geográfica. Calidad del agua	Instituto Tecnológico de Sonora
16. Escalante Sandoval Carlos Agustín. (M. en C.) SNI 2	Hidrología. Hidrología estocástica	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Estudios de Posgrado

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	INSTITUCIÓN
17. Escobar Hernández Ángel (Dr. en C.)	Tecnología y ciencias de la ingeniería	UAM. Ciencias Básicas e Ingeniería. Depto. de Ingeniería de procesos e Hidráulica.
18. Esteller Alberich Maria Vicenta (Dra. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericanote Recursos del Agua
19. Félix Fuentes Anacleto (M. en C.)	Microbiología sanitaria. Biotecnología. Análisis microbiológicos en agua.	Instituto Tecnológico de Sonora
20. Franco Víctor (M. en C.)	Hidrología y obras hidráulicas	UNAM. Instituto de Ingeniería
21. Fuentes Mariles Guadalupe Esther (M. en C.)	Hidráulica marítima. Obras hidráulicas	UNAM. Instituto de Ingeniería.
22. Fuentes Mariles Oscar Arturo	Ing. Marítima, métodos numéricos, hidrología	UNAM. División de Estudios de Posgrado
23. Galaviz Solís José Alfredo (M. en C.)	Sedimentología marina. Morfología marina.	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
24. Galindo Bect Manuel Salvador (Dr. en C.) SNI 2	Oceanografía química y contaminación	Universidad Autónoma de Baja California
25. Garatuzza Payan Jaime (M. en C.)	Sistema de información geográfica y percepción remota. Sistemas de variables hidrológicas usando datos de satélites.	Instituto Tecnológico de Sonora
26. García Aragón Juan Antonio (Dr. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericanote Recursos del Agua
27. García Flores Manuel (Dr. en Ing.)	Hidráulica fluvial y fluvio- marítima	UNAM. Instituto de Ingeniería
28. Gardea Villegas Humberto (M. en C.) SNI 2	Hidráulica de canales	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería Civil
29. Garfias Soliz Jaime Max (Dr. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericano de Recursos del Agua
30. Garrido Hoyos Sofía Esperanza (Dr. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericanote Recursos del Agua
31. Garza Vara Sergio Zeferino (M. en C.) SNI 2	Riego y drenaje	Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".
32. González Enríquez Rodrigo (M. en C.)	Geohidrología. Evaporación y transpiración. Estudio y restauración de acuíferos contaminados.	Instituto Tecnológico de Sonora

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	INSTITUCIÓN
33. Gracia Sánchez Jesús (Dr. en Ing.)	Riego y drenaje agrícola.	UNAM. Instituto de Ingeniería
34. Hosannilla Romero Javier (M. en C.)	Hidráulica marítima	UNAM. Instituto de Ingeniería
35. Jiménez Castañeda Amado Abel (M. en C.)	Hidráulica fluvial. Flujo no permanente en cauces	UNAM. Instituto de Ingeniería
36. Lara González José David (M. en C.)	Geohidrología para ubicación de pozos de agua. Geohidrología en minas de carbón.	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
37. Lobo Oehmichen Ricardo Alberto (Dr. en C.) SNI 2	Tecnología y ciencias de la ingeniería	UAM. Ciencias Básicas e Ingeniería. Depto. de Ingeniería de procesos e Hidráulica.
38. Lozoya Corrales Julio Octavio (Dr. en Ing.)	Hidráulica	UNAM. Instituto de Ingeniería
39. Luna Soria Ruth (M. en C.) SNI 2	Hidrología y fitoplancton de lagunas costeras	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
40. Martínez Hernández Salvador (M. en C.) SNI 2	Geohidrología y geofísica.	Universidad Autónoma de San Luis Potosí
41. Martínez Pereda Pedro (Dr. en C.)	Hidráulica. Sistemas de cloacas y desperdicios industriales	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Estudios de Posgrado.
42. Monreal Gómez Maria Adela (Dr. en C.) SNI 1	Modelación numérica. Oceanografía física. Modelación numérica de circulación.	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
43. Montemayor Trejo José Alfredo (M. en C.) SNI 1	Drenaje y riego agrícola. Optimización del agua.	Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Investigaciones en Agricultura y Ganadería.
44. Morales Reyes Guillermo Pedro (M. en C.)	Hidráulica	Universidad Autónoma del Edo. de Mex.. Centro interamericanote Recursos del Agua
45. Nava Mastache Arturo. (M. en C.)	Hidráulica (tuberías y canales), hidrología, modelos hidráulicos	UNAM. Facultad de Ingeniería. Laboratorio de Hidráulica
46. Navarro González Maria Inés (M. en C.)	Simulación hidrodinámica, difusión y dispersión de contaminantes en agua. Simulación de modelos matemáticos en cuerpos de agua	UNAM. Instituto de Ingeniería
47. Navarro Olache Luis Felipe (Dr. en C.) SNI 2	Estudios en la zona costera, circulación, dinámica y procesos litorales.	Universidad Autónoma de Baja California
48. Páez Osuna Federico (Dr. en C.) SIN 1	Geoquímica y oceanografía química.	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología

NOMBRE DEL INVESTIGADOR	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	INSTITUCIÓN
49. Rodal Canales Eduardo Antonio (M. en C.)	Hidromecánica	UNAM. Instituto de Ingeniería
50. Rodríguez García Raúl (Dr. en C.)	Drenaje y riego. Respuesta de plantas y cultivos a la disponibilidad de agua.	Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". División de Ingeniería. Departamento de riego y drenaje
51. Romero Hernández María del Socorro (M. en C.) SNI 2	Análisis de fluidos geotérmicos	Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ingeniería
52. Ruiz Amelio Martha Mireya (Dr. en C.) SIN 2	Tecnología y ciencias de la ingeniería	UAM. Ciencias Básicas e Ingeniería. Depto. de Ingeniería de procesos e Hidráulica.
53. Ruiz Urbano María del Rocío (M. en C.) SNI 2	Hidrología	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Ing. Civil
54. Ruiz Urbano María del Rosario (Dr. en Ing.) SNI 2	Hidráulica. Hidrología. Hidromecánica.	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería Civil
55. Salas de León David Alberto (Dr. en C.) SNI 2	Oceanografía física. Modelación numérica de circulación.	UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
56. Sánchez Huerta Alejandro (M. en C.)	Hidromecánica	UNAM. Instituto de Ingeniería
57. Sotelo Ávila Gilberto (Dr. en Ing.) SNI 2	Hidráulica general. Hidráulica de canales	UNAM. Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería Civil
58. Valdés Torres Luis Carlos (M. en C.)	Uso eficiente del agua. Diseño y evaluación de sistemas de riego.	Instituto Tecnológico de Sonora

Adicionalmente, fue posible consultar, a través de documentos promocionales y comunicaciones vía correo electrónico con los coordinadores de posgrado directamente en las Instituciones de Educación Superior (IES), la planta docente y de investigación en el área hidráulica, mismas que a continuación se enuncian.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN HIDRÁULICA

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN: HIDRÁULICA AMBIENTAL, HIDRÁULICA DE CANALES, INGENIERÍA PORTUARIA Y COSTERA, DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y AHORRO DE AGUA, HIDRÁULICA MARÍTIMA-PORTUARIA, HIDRODINÁMICA DE ESTUARIOS, ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE CUENCAS, CÁRCAMOS DE BOMBEO Y OBRAS DE TOMA.

- Dr. Juan Manuel Navarro Pineda
- Dr. Miguel Ángel Vergara Sánchez
- Dr. Sergio Cruz León
- Dr. Francisco Antelmo Díaz Guerra
- M. en C. Robie Bonilla Ruiz
- M. en C. Jaime Roberto Ruiz y Zurbia Flores
- M. en C. Lucio Fragozo Sandoval
- M. en C. Bruno Juárez León
- M. en C. Pino Durán Escamilla

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DEL AGUA.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN HIDROLOGÍA, TRATAMIENTO DEL AGUA Y USO EFICIENTE DEL AGUA.

- Dr. Ba Khalidou M. Hidrología
- Dr. Carlos Díaz Delgado. Hidrología
- Dra. Vicenta Esteller Alberich. Hidrología subterránea
- Dr. Cheikh Fall. Ingeniería y biotecnología ambiental
- Dr. Juan A. García Aragón. Sedimentología
- Dr. Jaime M. Gárfias Solís. Hidrología

- Dra. Sofía Esperanza Garrido Hoyos. Química
- Dra. Ma. del Carmen Jiménez Moleón. Gestión medioambiental y química
- M. en C. Verónica Martínez Miranda. Química
- M. en C. Carlos Solís Morelos. Ing. Sanitaria

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA.

MAESTRÍA EN HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA (programa inscrito en el PIFOP-CONACYT)
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN HIDROLOGÍA DE CUENCAS, HIDROGEOLOGÍA, HIDROGEOQUÍMICA, DINÁMICA DE FLUIDOS EN LA ZONA NO SATURADA, SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG), MODELACIÓN DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA, MODELACIÓN DE TRANSPORTE DE SOLUTOS, ADMINISTRACIÓN DE ACUÍFEROS REGIONALES.

- Dr. Adolfo Chávez Rodríguez. Hidrología subterránea
 - Dr. Ignacio Alfonso Reyes Cortés. Hidrología subterránea
 - Dr. Leobardo Fierro Murga. Estructuras
 - M.I. Abundio Osuna Vizcarra. Hidrología subterránea
 - M.I. Rafael Chávez Aguirre. Hidrología subterránea
 - M.I. Jorge Charles Sánchez. Hidrología subterránea
 - M.I. Miguel Royo Ochoa .Hidrología subterránea
 - M. en C. Arturo Luján López. Vías terrestres
 - M. en I. Martha Lorena Calderón Fernández. Hidrología Subterránea
 - M. en I. Javier González Cantú. Hidrología Subterránea
 - M. en I. Manuel Irigoyen Soto. Hidráulica General
- (Participan profesores invitados de otras instituciones nacionales y extranjeras)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA.

ZONAS ÁRIDAS

- M. C. José de Jesús Castellón
- Dr. Alejandro Castellanos
- Dr. Roberto Martínez

ZONA COSTERA

- Dra. Ileana Espejel
- M. C. Mayra Frank

- M. C. Guillermo Arámburo
- Dr. David Fisher
- M. C. Rafael Solana
- M. C. José de Jesús Lara

ESTUDIOS SOBRE BIODIVERSIDAD

- M. C. Ernesto Campos
- Dr. José Delgadillo
- Dr. Gorgonio Ruiz
- M. C. Faustino Camarena
- Dr. Carlos Márquez

(Se cuenta con profesores invitados del Centro de Investigaciones Científicas y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), el Colegio de la Frontera Norte (COLEF) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)).

UNIVERSIDAD DE COLIMA

ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN PORTUARIA. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN IMPACTO AMBIENTAL COSTERO Y DESARROLLOS PORTUARIOS.

- Dr. Juan Carlos Chávez Comparán
- Dr. Basilio Lara Chávez
- Dr. Aramis Olivos Ortiz
- Dr. Juan H. Gaviño Rodríguez
- Dr. Marco A. Galicia Pérez
- Dr. Gustavo Calderón Riverol
- M. I. Eduardo Calderón Riverol
- M. Admón. Socorro Orellana Manrique
- M. C. Sergio A. Lau Cham
- M. C. E. Lidia Gutiérrez Maciel
- M. Admón. Imelda Borja Gómez
- M. Admón. Manuel Rubio Maldonado

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

POSGRADO REGIONAL EN CIENCIAS DE LA TIERRA (MAESTRÍA Y DOCTORADO).
FÍSICA DEL OCÉANO Y DE LA ATMÓSFERA. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN FÍSICA
DEL OCÉANO Y DE LA ATMÓSFERA.

- Dr. Anatoliy E. Filonov (SNI 2)
- Dra. Irina E. Tereshchenko (SNI 1)
- Dr. Ángel R. Meulenert Peña
- Dr. César Octavio Monzón (C)
- Dr. Sergey Sekerzh- Zenkovich (SNI 2)
- Dr. José Rosas Elguera (SNI 1)
- Dra. Bertha Márquez Azúa (C)
- Dr. Heriberto Cruz Solís (C)
- Dr. Sergey N: Bulgakov (SNI 1)
- Dr. Emilio Palacios Hernández (SNI 1)
- Dr. Rubén Sánchez Gómez
- Dr. Andrey Klimov (SNI 2)
- Dr. Gustavo López Velásquez (SNI 2)
- Dr. Pedro F. Zárate del Valle (SNI 1)
- Dr. Hermes Ulises Ramírez Sánchez
- Dr. Miguel Ángel Olmos Gómez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

MAESTRÍA EN PLANEACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS. LÍNEAS DE
INVESTIGACIÓN EN

- M. I. Oscar Antonio Azul García
- M. C. Julián González Trinidad
- M. en C. Francisco Luévano Espinosa
- Ph. D. Francisco Mojarro Dávila
- M. I. J. Natividad Barrios Domínguez
- M. I. Roberto Gaytán Bautista
- M. I. Ruperto Ortiz Gómez

(Se cuenta con profesores invitados de la UNAM, IMTA, CNA y SAGARPA)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HIDRÁULICA. DOCTORADO EN INGENIERÍA (OPCIONES TRANSPORTE E HIDRÁULICA). LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE CUENCAS, SISTEMAS HIDRÁULICOS, MEDIO AMBIENTE Y SU CONSERVACIÓN, MODELACIÓN DE CUENCAS HIDROLÓGICAS, SENSORES DE FLUJO EN SUPERFICIE LIBRE Y A PRESIÓN, SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA Y SU APROVECHAMIENTO EN ZONAS URBANAS, PROCESO LLUVIA- ESCURRIMIENTO EN CUENCAS.

- Dr. Miguel Ángel Domínguez Cortazar
- Dr. Carlos Flores Ibarra
- Dra. Ana Martha Flores Flores
- Dr. Eusebio Ventura Ramos
- Dr. Nicolai Serpokrylov Sergeevich
- Dr. Enrique González Sosa
- M. en I. Nabil Mobayed Khodr
- M. en I. Pablo Talamantes Contreras
- M: en I. Eduardo Álvarez Mendiola
- M. en I. Guillermo San Román García
- M. en I. Rafael Zárate Araiza
- M: en I. Filiberto Luna Zúñiga
- Dr. Javier Meré Alcocer
- Dr. Eduardo Betanzo Quezada (opción Transporte)
- Dra. Margarita Camarena Luhrs (opción Transporte)

COLEGIO DE POSTGRADUADOS (INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES)

- Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro. Agrometeorología
- Dr. Jesús Chávez Morales. Ingeniería de los recursos hidráulicos
- Dra. Ma. de Lourdes de la Isla de Bauer. Agrometeorología
- Dra. Adolfo Exebio García. Ingeniería de los recursos hidráulicos
- Dr. Francisco Gavi Reyes. Impacto ambiental
- Dr. Mario Martínez Menez. Manejo de cuencas hidrológicas
- Dr. Enrique Mejía Saenz. Ingeniería de recursos hidráulicos
- Dr. Iouri Nikolskii G. Impacto ambiental
- Dr. José Luis Oropeza Mota. Manejo de cuencas hidrológicas

- Dr. Manuel Ortega Escobar. Impacto ambiental
- Dr. Enrique Palacios Vélez. Ingeniería de los recursos hidráulicos
- Dr. Oscar Luis Palacios Eles. Ingeniería de drenaje
- Dr. Carlos Ramírez Ayala. Impacto ambiental
- Dr. Enrique Rubiños Panta. Ingeniería de los recursos hidráulicos
- Dr. Leonardo Tijerina Chávez. Agrometeorología

ANEXO I

TABLA I.1 EJEMPLOS DE PRODUCTOS RELEVANTES DE LA INVESTIGACIÓN EN LA
INGENIERÍA HIDRÁULICA MUNDIAL

INVENTO	AUTOR	PAÍS	FECHA
Avión: Hidroavión	Glenn Curtiss	E.U.	1911
Barco de vapor (propulsión por medio de paletas laterales)	Blasco de Garay Denis Papin John Fitch	España Francia EU	1543 1707 1785- 1790
Barco de propulsión de hélice	John Ericsson Francis Pettit Smith	Suecia	1838
Barco impulsado por rotor	Anton Flettner	Alemania	1924
Barco de propulsión turboeléctrica	Reginald Aubrey F.	E.U.	1899
Barómetro	E. Torricelli	Italia	1643
Bomba neumática	Otto Von Guericke	Alemania	1654
Engranajes	Arquímedes	Sicilia	Siglo III. A.C.
Grúa Hidráulica	William George Armstrong	Reino Unido	1845
Hidroeléctrica Central. Diseño de la primera planta de este tipo.	Thomas Alva Edison	E.U.	1882
Hidrómetro Medidor de la densidad de los líquidos.	Arquímedes	Sicilia	287- 212 A.C.
Hidrostatica y estática (tratado)	Girolamo Cardano	Italia	1550
De escala lineal	Antoine Baumé	Francia	1768
Twaddell	William Twaddell	Reino Unido	1830
Máquina Hidráulica	Richard Arkwright	Gran Bretaña	1769
Mareas. Aparato de predicción de las	William Thompson Kelvin	Reino Unido	1872
Maremotriz Energía. Teoría científica sobre el aprovechamiento de la energía contenida en las mareas	R.S. Deverell	Australia	1875
Molino de agua		Babilonia	1000 A.C.
Prensa hidráulica	Joseph Bramah	Gran Bretaña	1795
Rueda neumática	J. D. Dunlop	Reino Unido	1888
Sifón	Herón de Alejandría	Alejandría	Siglo I D.C.
Submarino Teoría del	Leonardo Da Vinci David Bushnell Narciso Monturiol Isaac Peral	Italia E.U. España España	1452- 1519 1776 1859 1888

INVENTO	AUTOR	PAÍS	FECHA
Eléctrico	John P. Holland	E.U.	1900
Nuclear ("Nautilus") Proyecto	Atomic Energy Comisión	E.U.	1951
Construcción	General Dynamics Corporation	E.U.	1954
Tubería			
Bambú		China	5000 A.C.
Barro		Babilonia	4000 A.C.
Cobre		Egipto	3000 A.C.
Plomo		Roma	30-100 A.C.
Turbina			
Principios de la turbina de agua (diseño de rueda horizontal accionada por agua)	Leonardo da Vinci	Italia	1510
Hidráulica			
	Pierre- Simon Girard. B. Founeyron	Francia	1775 1827
Francis	James B. Francis		
De subsuperficie	George Westinghouse	E.U.	1849
		E.U.	1889
Vapor	Richard Trevithick C.G.P. de Laval Sir Charles Parsons	Reino Unido Suecia Reino Unido	1814 1883 1884

Fuente: CFE 1997

**TABLA I.2 EJEMPLOS DE INVENTOS, PATENTES Y SOFTWARE NACIONALES
DERIVADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA HIDRÁULICA**

PRODUCTO	AUTOR	FECHA
Bombeo de agua. Mejoras en el aeromotor	José Luis Briceño González (IIE)	1989
Programas (software) para: Sistemas para la coordinación hidrotérmica semanal y la asignación de las unidades generadoras (paquete que permite analizar matemáticamente la operación y potencia de las unidades, a fin de satisfacer las necesidades de electricidad al menor costo) Sistema uninodal de coordinación hidrotérmica	Roberto Navarro Rolando Nieva Manuel Ruiz Oscar Girón Humberto Hernández Pablo Pérez Francisco Huesca Rafael Peralta Isaías Guillén (IIE)	1996
Programa uninodal de coordinación hidro-térmica (B. C. Norte)	Miguel García Morales (CFE)	1996
	Miguel García Morales (CFE)	1996
Programas (Software) de aplicación en: Meteorología: Erick II. Extractor rápido de información climatológica SICLIM V. 1.0. Sistema de información climatológica Hidrología: Hidrotec: Tecnologías alternativas en hidráulica Optiredes: Diseño óptimo de redes COHIDSA: Estimación de la conductividad hidráulica ARIETE V.3.4: Análisis de transitorios hidráulicos SCADRED V.2.1: Análisis y diseño de redes de agua potable CREALE V.1.0 Cálculo de arreglos de lagunas de estabilización Riego y Drenaje: SPRITER V.2.1: Sistema de pronóstico de riego en tiempo real NEC-HID: Necesidades hídricas de los cultivos Hidrología:	Instituto Mexicano del Agua (IMTA)	1986-2003

PRODUCTO	AUTOR	FECHA
BANDAS: Banco nacional de datos de aguas superficiales		
Flotador (dispositivo automático para evitar el desperdicio de agua)	José Antonio de Alzate y Ramírez	1790
Máquinas hidráulicas		
Diseño de las	Luis Mora	1853
Construcción de las	Manuel Lecarg	1853
Fuente	José M. Blancas	1853
De movimiento continuo	Antonio Loranca	1857
Turbinas de vapor geotérmico		
Válvula de corte para separadores líquido- vapor presurizados	Sergio Mercado González José Luis Hernández G. (IIE)	1994
Mejoras en válvulas de esfera para	Sergio Mercado González (IIE)	1997

Fuentes: [CFE 1997] [página electrónica del IMTA]