

Artículo publicado en el Repositorio Institucional del IMTA

<i>Título</i>	Avances y perspectivas para el fortalecimiento de las capacidades institucionales del sector agua en materia de impacto ambiental y calidad del agua.
<i>Autor / Adscripción</i>	Eric Gutiérrez López María Antonieta Gómez Balandra Lydia Márquez Bravo Felipe Arreguín Cortés Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
<i>Publicación</i>	Ingeniería Hidráulica en México, 13(1): 77-89
<i>Fecha de publicación</i>	1998
<i>Resumen</i>	A través del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, llevó a cabo el análisis del fortalecimiento del sector agua en el país, por medio de consultas en dependencias, a especialistas y bajo el esquema de talleres de participación general. El presente documento concentra los resultados obtenidos en dos de los seis talleres realizados, sobre los temas de calidad del agua e impacto ambiental. La información se presenta tomando en consideración los antecedentes de los temas señalados, en cuanto a las políticas, normatividad, desarrollo institucional y recursos humanos, su problemática actual y las áreas sugeridas de acción para su fortalecimiento.
<i>Identificador</i>	http://hdl.handle.net/123456789/1191

Revisión temática

Avances y perspectivas para el fortalecimiento de las capacidades institucionales del sector agua en materia de impacto ambiental y calidad del agua

Eric Gutiérrez López
María Antonieta Gómez Balandra
Lydia Márquez Bravo
Felipe Arreguín Cortés

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Como resultado del Simposium Internacional sobre Formación de Capacidades del Sector Agua, llevado a cabo por el Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, y el Instituto de Ingeniería Hidráulica y Ambiental en Delft, Holanda, en junio de 1991, se reconoció la necesidad de dirigir los esfuerzos de fortalecimiento a tres grandes campos prioritarios: los recursos humanos; el desarrollo institucional, incluyendo la participación comunitaria, y; el establecimiento de una política y una legislación apropiadas. A través del PNUD el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, llevó a cabo el análisis del fortalecimiento del sector agua en el país, por medio de consultas en dependencias, a especialistas y bajo el esquema de talleres de participación general. El presente documento concentra los resultados obtenidos en dos de los seis talleres realizados, sobre los temas de calidad del agua e impacto ambiental. La información se presenta tomando en consideración los antecedentes de los temas señalados, en cuanto a las políticas, normatividad, desarrollo institucional y recursos humanos, su problemática actual y las áreas sugeridas de acción para su fortalecimiento. Los resultados del análisis comprenden las acciones específicas a emprender, la identificación de instituciones involucradas y los plazos en que deberán realizarse.

Palabras clave: fortalecimiento institucional, calidad del agua, impacto ambiental, IMTA-PNUD, sector agua.

Introducción

El aprovechamiento del agua enfrenta serias restricciones que van desde los aspectos puramente naturales, técnicos y de equipamiento e infraestructura, hasta los que se refieren a factores económico-financieros, sociales y de impacto ambiental. Esta problemática se caracteriza por altos niveles de contaminación en gran número de cuencas, sobreexplotación de acuíferos e incluso pérdida del recurso en algunas áreas, así como la falta de una cultura, acorde con los principios de preservación y desarrollo sustentable del recurso.

Para detectar y generar propuestas de solución a algunos de los problemas específicos de corto y mediano plazos, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en estrecha colaboración con la Comisión Nacional del Agua, CNA, y con apoyo del Programa de

las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, puso en marcha en junio de 1995 el proyecto *Formación de capacidades en investigación, desarrollo tecnológico y recursos humanos del sector agua*.

Este trabajo se enfocó atendiendo a las conclusiones más significativas del Simposium Internacional sobre Formación de Capacidades en el Sector de los Recursos Hídricos, llevado a cabo en Delft, Holanda en junio de 1991 (Alaerts y Hartvelt) donde se reconoció que el trabajo para lograr el fortalecimiento del sector debe centrarse en tres grandes campos prioritarios:

- Fortalecimiento de los recursos humanos
- Desarrollo institucional, incluyendo la participación comunitaria
- Establecimiento de una política y legislación apropiadas

Por lo anterior, se emprendió la primera etapa de trabajo que consistió en detectar las áreas a fortalecer en materia de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos, mediante entrevistas con algunos subdirectores generales de la Comisión Nacional del Agua, CNA, personal directivo e investigadores de la Secretaría de Salud; de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca; de la Universidad Autónoma de Chapingo; de la Universidad Autónoma del Estado de México; de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua como responsable del proyecto.

Producto de este trabajo fue el documento de discusión básico (IMTA, 1995) que el 1o. de diciembre de 1995 fue sometido a consideración de los representantes del sector agua, incluyendo organismos internacionales, que lo enriquecieron al identificar alrededor de ochenta distintas líneas de trabajo que requieren ser fortalecidas. Estas se agruparon en cinco grandes áreas:

- Planeación y manejo del agua.
- Impacto ambiental y calidad del agua.
- Hidrometeorología.
- Aprovechamientos hidroagrícolas.
- Abastecimiento de agua y saneamiento urbano y rural, (IMTA, 1995).

Posteriormente se organizaron cinco talleres para el análisis de cada uno de los temas en distintas ciudades del país. Se contó con la participación de representantes de la CNA, organismos operadores, instituciones de educación e investigación, grupos no gubernamentales y de la iniciativa privada.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos por los autores y el grupo de trabajo reunido en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, en septiembre de 1996, para abordar los temas de impacto ambiental y calidad del agua, (Arreguín *et al.*, 1996).

Marco de referencia

Antecedentes de las capacidades institucionales en impacto ambiental

Política Ambiental

El sector agua, representado hasta 1989 dentro de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, llevó a cabo una serie de acciones para incluir la evaluación de impacto ambiental en la formulación de sus pro-

yectos. La Comisión del Plan Nacional Hidráulico reconoció la necesidad de evaluar ambientalmente las obras hidráulicas por lo que, como parte de la información técnica de este programa, se cuenta con el documento 17 sobre Impacto Ambiental de las Obras Hidráulicas, (Medina y Sánchez, 1977). También como parte de este esfuerzo, se realizaron cursos de capacitación y publicaciones tales como el *Manual del curso sobre impacto ambiental* (SARH, 1981).

A partir de 1988 La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente se convierte en el primer requerimiento obligatorio para la evaluación de impacto ambiental de las obras hidráulicas e hidroeléctricas. En diciembre de 1994, se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en un esfuerzo por ejercer, bajo una misma autoridad, las funciones de protección ambiental y manejo de recursos naturales que se encontraban dispersos en varias dependencias oficiales, constituyéndose así en un órgano integrador de política, planeación, regulación y protección de los recursos.

El Instituto Nacional de Ecología (INE), es el responsable de la evaluación del impacto ambiental en términos de formulación de políticas, normas, regulaciones y criterios, así como del análisis de los estudios; dictaminación de los mismos, y el seguimiento de las condiciones dictaminadas cuya verificación en campo corresponde a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

En 1991, las bases de cooperación entre la CNA y el INE, establecieron los criterios que permiten elegir las obras que requieren o no de la presentación de un estudio de impacto ambiental, así como la estrategia para *regularizar* en esta materia las obras que iniciaron su proceso de construcción, sin contar con el estudio de impacto ambiental correspondiente (CNA-INE, 1991).

Además de la SEMARNAP, existen algunos organismos federales desconcentrados, paraestatales y federales como Petróleos Mexicanos, la Comisión Federal de Electricidad y de la Secretaría de Energía, que en sus estructuras han incorporado áreas que tienen que ver con problemas ambientales, lo que contribuye a la instrumentación de políticas y programas.

Los sectores privado y académico contribuyen con capacidades específicas en la formulación, ejecución y evaluación de políticas ambientales. El sector privado organizado mantiene comisiones de ecología en el seno de varias de sus instituciones como son los casos de la CONCAMIN, la CANACINTRA, la COPAR-MEX y el CCE. Estas comisiones han participado en consultas públicas sobre la legislación ambiental, (Diario de Morelos 23/05/95) y en la elaboración de normas oficiales mexicanas (SEDESOL-INE, 1994).

Normatividad

Los primeros requerimientos legales en materia de impacto ambiental se presentaron en la Ley de Obras Públicas en 1980 (reglamento publicado en 1981) que apoya lo relativo al impacto ambiental. Esto indujo a incorporar esta variable al proceso de planeación y construcción de las obras del sector hidráulico (Athié, 1987).

Con la promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente en 1982, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) desarrolló las guías, procedimientos técnicos y formatos para la preparación de avisos de proposición de acción y manifestaciones preliminares y específicas de impacto ambiental (Athié *op. cit.*).

A mediados de la década de los años ochenta la SARH instrumentó las *Evaluaciones de impacto ambiental* (SARH, 1982). En 1988 personal de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de la SEDUE desarrollaron conjuntamente la primera versión de los *Criterios ecológicos* a observarse en la selección y preparación de los sitios, así como en la construcción y operación de aprovechamientos hidroeléctricos, (SEDUE-1988).

Con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y del Reglamento de esta Ley en Materia de Impacto Ambiental (1988), se estableció en dos etapas un procedimiento lógico y ordenado para la evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo:

- Informe Preventivo (IP)
- Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). Para esta última, se establecieron tres niveles de detalle: general, intermedio y específico.

Un año después se publicaron los instructivos para la elaboración de informes preventivos y de manifestaciones de impacto ambiental en sus tres modalidades.

La Comisión Nacional de Agua en sus bases de cooperación con el INE, adoptó y modificó estos instructivos para incorporar aspectos específicos para la evaluación de sus obras, como son el monitoreo de la calidad del agua y la delimitación del área de influencia, entre otros, (CNA-INE, 1991).

Por otro lado, a nivel local, los treinta y un estados y el Distrito Federal cuentan con oficinas de Ecología, que en su mayoría iniciaron labores a partir de la publicación de las leyes ambientales estatales. Existen diez estados y el D.F., en donde la gestión ambiental ha asumido el nivel de Secretaría, quince donde tiene nivel de Subsecretaría y sólo seis cuentan con un nivel menor (SEMARNAP, 1995).

Desarrollo institucional

En México, los primeros trabajos ambientales relacionados con la construcción de obras hidráulicas datan de la década de los años sesenta y consistían en informes sobre los efectos observados como resultado de la construcción y operación de las obras de infraestructura hidroagrícola en el norte del país, tales como demandas de bienes, servicios e indemnizaciones por la reubicación de poblados, la inundación de terrenos, así como modificaciones en la calidad del agua con repercusiones en los recursos pesqueros y de abastecimiento público.

Al mismo tiempo, con la construcción de grandes presas para la generación de energía eléctrica en el sur de la república, creció la preocupación, ya no sólo de prever los efectos de carácter socio-cultural, económico y político de las poblaciones afectadas, sino también los impactos ecológicos. Además, con el surgimiento en los años setenta de los estudios de impacto ambiental como herramienta de planeación y toma de decisiones en los Estados Unidos de América, se hizo cada vez más evidente la necesidad de incluir este tipo de estudios en el desarrollo de obras hidráulicas.

Fue a finales de los setenta cuando en la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos se estableció por primera ocasión en el seno de la Administración Pública Federal, un área cuyo principal objetivo fue sentar las bases para que dentro del proceso de planeación de las obras en desarrollo se tomara en cuenta el aspecto relativo a la protección del ambiente, como un instrumento para garantizar la preservación del recurso.

La CNA, poco después de su creación en 1989 y catalizada por agencias financieras y acuerdos internacionales, fortaleció el componente de impacto ambiental en sus proyectos. En agosto de 1991, el INE y la CNA establecieron las *Bases de cooperación técnica para la evaluación del impacto ambiental de los proyectos de infraestructura hidráulica*, mediante las que ha quedado oficialmente aprobado el procedimiento a seguir para obtener resolución en materia de impacto ambiental de los proyectos que promueve la Comisión Nacional del Agua.

Recursos Humanos

La CNA cuenta, dentro de la Subgerencia de Calidad del Agua e Impacto Ambiental, con personal que desempeña principalmente trabajo de integración de la cartera de proyectos, términos de referencia, coordinación, contratación y supervisión de estudios de evaluación ambiental y seguimiento. A la fecha se han elabo-

rado setenta evaluaciones de impacto ambiental para distintos tipos de obras hidráulicas, (Villamar, 1997).

Por su parte el IMTA cuenta con una Subcoordinación de Impacto Ambiental que adapta y desarrolla métodos de evaluación de los impactos a los ecosistemas acuáticos.

La formación de recursos humanos en evaluación de impacto ambiental para el sector agua, a pesar de los esfuerzos iniciales, es relativamente reciente en el país. La CNA ha apoyado diversos proyectos de capacitación en la materia como los realizados por el IMTA y la empresa consultora CONSAMIN a través de la integración de manuales del instructor y alumno para el curso de evaluación de impacto ambiental para operadores a nivel nacional.

Por otra parte, las instituciones públicas y privadas avanzan paulatinamente en la reconversión de los *currícula* de las profesiones tradicionales. La materia de Impacto Ambiental se ha incorporado tanto a los estudios de licenciatura como de maestría. En el caso de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en los campus Ciudad Universitaria y Morelos, además de integrarse la materia al programa de la Maestría en Ingeniería Ambiental (DEPFI, 1996), se han realizado una serie de cursos internacionales sobre el tema en la División de Educación Continua, con participación de especialistas extranjeros (UNAM, 1995).

En 1993, el INE llevó a cabo un estudio, gracias al que se detectó la cantidad y distribución de los programas académicos ambientales. El estudio registró 290 diferentes programas en 68 instituciones de educación superior. Es notable el rápido crecimiento que registró noventa programas académicos de 1993 a 1994 (SEDESOL-INE, 1994).

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha fortalecido y ampliado los apoyos a proyectos vinculados con el ambiente. También se observa la formación e investigación ambiental en programas como el Universitario de Medio Ambiente de la UNAM y el Interdisciplinario del Medio Ambiente y Desarrollo Integrado del IPN, así como en diversas instituciones de educación superior:

- Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.
- Universidad Autónoma Metropolitana, campus Colima y Veracruz.
- Universidad de las Américas.
- Universidades del Estado de México y de Michoacán.

También como parte de la formación de recursos humanos, se realizan a partir de la década de los años

setenta, una serie de tesis relacionadas con el tema, así como congresos seminarios, encuentros y publicaciones en revistas de divulgación técnica y científica (Ducoing, 1987).

A partir de la obligatoriedad de la presentación de manifestaciones de impacto ambiental, se estableció la necesidad de capacitar a personal que pudiera realizar los estudios, generándose una gran demanda de cursos cortos que han sido impartidos por instituciones públicas y privadas en diferentes niveles académicos y de calidad (Gómez *et al.*, 1996).

Actualmente la SEMARNAP, a través del Centro de Educación para el Desarrollo Sustentable, promueve la educación ambiental a todos los niveles junto con la Secretaría de Educación Pública, universidades, agencias de cooperación internacional y organizaciones no gubernamentales como parte del desarrollo institucional apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Guillén, 1996).

Antecedentes de las capacidades institucionales en calidad de agua

Políticas de calidad del agua

Las áreas de interés de la calidad de agua han ido evolucionando en respuesta a diferentes factores, entre ellos las necesidades de abastecimiento de agua potable y de tratamiento de las aguas residuales, el control de la contaminación en los cuerpos receptores, la creación de la infraestructura de laboratorios, los cambios en la normatividad, los avances técnicos internacionales, la aparición de problemas que requirieron solución urgente y el desarrollo de recursos humanos.

En los años cincuenta las evaluaciones de la calidad del agua estaban orientadas a verificar si una muestra cumplía con las normas de agua potable o los lineamientos fisicoquímicos de agua para riego. A fines de esta década se inició el tratamiento formal de las aguas residuales y se construyó la primera planta de tratamiento de lodos activados para las aguas municipales de la ciudad de Morelia, Michoacán.

Se generalizó el uso de sistemas lagunares diseñados para la remoción de carga orgánica y mezcla completa. Hasta la década de los años ochenta, se iniciaron los trabajos para determinar la cinética de remoción de coliformes fecales. Entre 1926 y 1987, se construyeron alrededor de cien sistemas lagunares (IMTA, 1995).

Para la segunda mitad de los años sesenta y principios de los años setenta, las principales preocupaciones eran la carga orgánica y la presencia de sólidos en

los efluentes, así como su efecto en las corrientes. Los programas de monitoreo iniciados en los años setenta se orientaron a determinaciones de laboratorio tradicionales, denominadas de *vía húmeda*. La política de poca apertura comercial contribuyó a retrasar la implantación de técnicas instrumentales porque dificultó el ingreso de equipos y materiales analíticos. (SARH, 1983)

También durante esta década, se evaluaron y caracterizaron las aguas residuales de algunos sectores industriales y se recomendaron diferentes métodos de tratamiento. A principios de los años setenta se realizaron los estudios sobre tratamiento de las aguas residuales provenientes de las refinerías y de la industria petroquímica. Hasta 1981 se establecen como parámetros a controlar la temperatura, el pH, los sólidos sedimentables, la materia flotante, las grasas y aceites (García, 1982).

Los estudios limnológicos y de infestación de malezas acuáticas orientaron la atención hacia la incidencia de los nutrientes en la eutroficación de cuerpos de agua. En la segunda mitad de los años ochenta se brindó atención al uso de indicadores biológicos de calidad del agua. El derrame del pozo petrolero Ixtoc II contribuyó a acelerar el uso de bioensayos para evaluar toxicidad. En los últimos años se han adaptado y aceptado con carácter oficial, dos técnicas para la evaluación de tóxicos en aguas, lodos y sedimentos, mediante un cladóceros (*Daphnia magna*) y una bacteria marina bioluminiscente (*Photobacterium phosphoreum*) (SECOFI, 1996).

Para finales de los años setenta se enfatizó el efecto sanitario del reuso de aguas residuales crudas para riego de cultivos agrícolas, que era y sigue siendo el destino más frecuente de los efluentes municipales del país. Asimismo, se realizaron estudios bacteriológicos de áreas costeras para certificación de moluscos de exportación.

Derivado de fenómenos geoquímicos y de la inadecuada disposición de residuos industriales, a principios de los ochenta se realizaron diversos estudios de metales pesados en aguas superficiales y subterráneas, como son los de arsénico en la Comarca Lagunera, los de cromo en León, Guanajuato y Guadalajara, Jalisco. Adicionalmente, se realizaron estudios de contaminación de aguas subterráneas, destacándose los de nitratos en la península de Yucatán (Athié, 1987).

No fue sino hasta finales de los años ochenta cuando el uso de cromatografía de gases se introdujo en los principales laboratorios de calidad del agua del país. Esta técnica ha ido evolucionando para la detección de compuestos orgánicos; pero existen a la fecha múltiples especies químicas que todavía no se determinan.

El arribo del cólera a la República Mexicana en 1991, incidió en la instrumentación de técnicas para su identificación oportuna como elemento clave para su manejo y control, tanto en el agua como en los alimentos.

En los años noventa, con la creación de los consejos de cuenca, se iniciaron programas para incorporar el manejo integral de calidad del agua y resolver otros problemas relacionados con ella como es el control de malezas acuáticas y el destino y comportamiento de los tóxicos. Esta última línea ha tomado auge en la evaluación y administración de los recursos hídricos en la cuenca internacional del río Bravo, debido a la presencia de sustancias tóxicas (CNA *et al*, 1994).

Normatividad

Posiblemente una de las primeras referencias normativas sobre la calidad del agua en nuestro país corresponde a las Normas de Calidad de Agua Potable que a principios de los años cincuenta fueron emitidas por la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia.

En 1971 se emitió la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental y la Ley Federal de Aguas, se reestructuraron los lineamientos para resolver los problemas de alteración del medio ambiente y se avanzó en el desarrollo de estándares para el control de la contaminación del agua.

En 1973 se publicó el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Agua que estableció calidades mínimas de efluentes y posibilidad para fijar condiciones particulares de descarga (CPD). Además, señaló la calidad de los cuerpos de agua según el uso a que se destinen (SRH, 1973).

Con el objeto de actualizar la normatividad respectiva, en 1988 se modificaron las normas de calidad del agua potable asociadas con la publicación de valores guía internacionales.

En 1989, la SEDUE publicó los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua en los que se establecen recomendaciones de calidad en los cuerpos de agua, de acuerdo al uso. Estos criterios incluyen una amplia lista de valores de parámetros tóxicos, tanto orgánicos como inorgánicos.

Derivados de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente, entre 1988 y 1994, se emitieron cerca de 44 normas de calidad para diferentes tipos de descargas que son vertidas a cuerpos de agua nacionales, o bien utilizadas para riego. Estas normas fijan los requerimientos de calidad para los principales giros industriales del país, así como para las descargas municipales (INE, 1995).

A partir de 1991, la Ley Federal de Derechos en materia de agua, incorporó el cobro por uso y descarga a cuerpos de agua. Con ello se inicia la aplicación del principio *el que contamina paga*.

Con la publicación de La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento en 1992 y 1994, respectivamente, se reforzó la importancia de la calidad del agua como elemento básico para el desarrollo del país.

La normatividad del agua para consumo humano se actualizó en 1996 con la publicación de la NOM-127-SSA1. En junio de 1996, se publicó el proyecto de NOM-001-ECOL/1996 con la que se derogaron las 44 NOM señaladas. La modificación pretende un cumplimiento gradual, fija diferentes calidades de acuerdo al tipo y al uso del cuerpo receptor; no hace distinción de calidad requerida entre diferentes giros industriales, sino solamente establece el plazo de cumplimiento en relación al volumen y carga de contaminantes de la descarga de acuerdo a los usos del cuerpo receptor.

Con relación a los lodos generados en las plantas de tratamiento, la normatividad establece los criterios para clasificarlos como peligrosos y determinar su tratamiento y destino final, (NOM-CRP-001 y CRP-002 ECOL/1993).

Desarrollo institucional

En 1947, la Secretaría de Recursos Hidráulicos instaló el primer laboratorio de calidad del agua, incluyendo un área de microbiología. En la década de los años sesenta, los primeros laboratorios particulares comenzaron a efectuar análisis de agua, principalmente agua potable, residual y para riego agrícola.

En el año de 1969, se creó el primer Departamento de Prevención de la Contaminación dentro de la estructura de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. A partir de ese momento, se fueron creando los instrumentos legales y la infraestructura necesarios para su cumplimiento a los niveles federal y estatal.

En 1972 se creó dentro de la Subsecretaría de Planeación de la SRH, la Dirección General de Usos del Agua y Control de la Contaminación para tratar los problemas relacionados con la calidad del agua. Con objeto de formar y entrenar técnicos, así como de realizar la difusión de conocimientos e información sobre la calidad del agua y la transferencia de tecnología, se estableció el Centro de Investigación y Estudios para el Control de la Contaminación del Agua (CIECCA), dependiente de dicha Dirección.

En 1974, se inició la operación de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua con 239 estaciones en todo el país. El número de laboratorios se incre-

mentó a finales de la década con la tendencia de contar al menos con uno en cada estado. El sector oficial brindó un gran apoyo para que se desarrollaran los laboratorios de calidad del agua. Dentro de ellos, el Departamento del Distrito Federal amplió el rango de sus análisis hasta abarcar la química de aguas residuales y potable.

En 1975 se realizó la primera versión del Plan Nacional Hidráulico con el propósito de formular e instituir un proceso sistemático de planeación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos para la selección racional de programas, proyectos y políticas en esta materia. Esta tarea colaboró en el logro de los objetivos del desarrollo socioeconómico nacional:

En 1982, se amplió la Red Nacional de Monitoreo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) a 415 estaciones, dentro de las que se incluyeron aguas superficiales, subterráneas y costeras. Estos análisis se efectuaron en treinta laboratorios estatales que instaló la Secretaría en todo el país (IMTA, 1995). Posteriormente, esta actividad se concentró en la SEDUE, pero la crisis económica de ese tiempo, así como la adopción de técnicas de alto costo, como la cromatografía de gases, frenaron el monitoreo sistemático de la red.

Los principales organismos de agua potable y alcantarillado del país ampliaron sus laboratorios de calidad con la finalidad de incorporar los análisis de aguas residuales para atender sus áreas de saneamiento. El laboratorio del Departamento del Distrito Federal se destacó por incluir, a finales de los años ochenta, virología y análisis cromatográficos, éstos últimos para trihalometanos, compuestos orgánicos volátiles (VOC's) e hidrocarburos saturados.

A principios de 1988 se inició la creación de los distritos de control de la Contaminación del Agua con el propósito de agrupar a las industrias, se crearon empresas responsables de la depuración del agua, donde los municipios se consideran como un usuario adicional y se redujeron los costos de tratamiento. Tal fue el caso de CIVAC en Morelos y del Alto Lerma en el Estado de México (Athié, 1987).

En 1989 se creó la CNA como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, constituyéndose en la autoridad federal para administrar las aguas nacionales. En 1994, con la nueva administración, la CNA cambió del sector agricultura al de la SEMARNAP. La organización de la CNA le permite ocuparse del carácter multisectorial del agua a través de la Ley Nacional de Aguas, que trata en forma unitaria los aspectos de cantidad y calidad, tanto en las aguas superficiales como subterráneas, en el ámbito de las cuencas hidrológicas. El apoyo tec-

nológico del sector lo realiza el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) como otro organismo desconcentrado, (SEMARNAP, 1996).

Para diciembre de 1992, la infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipales se encontraba integrada por 701 plantas, de las que alrededor de cuatrocientas estaban en operación y correspondían a lagunas de estabilización (IMTA, 1995)

En diciembre de 1992, se constituyó el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, encargado de la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, con un Subcomité de Agua, para desarrollar las relativas al control de las descargas residuales industriales y municipales. Este Subcomité está integrado por representantes del gobierno, de cámaras industriales, institutos de investigación, universidades y empresas privadas (IMTA, *op. cit.*).

Para 1993, de las 285 plantas potabilizadoras construidas en el país, 63 no funcionaban y las que se encontraban en operación solamente procesaban el 69% del gasto total de diseño (IMTA, *op. cit.*).

Para fines de 1994 la Red Nacional de Monitoreo incluía 793 estaciones, 49% de ellas correspondían a corrientes superficiales, 29% a aguas subterráneas, 9% a presas, 6% a distritos de riego, 3% a zonas costeras y el restante 3% a lagos y lagunas. Los análisis se realizaban en 34 laboratorios en todo el país (Castillo, 1995).

Asimismo, se inicia la práctica de certificación de laboratorios públicos, académicos y privados de calidad del agua, a través del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP). El laboratorio de calidad del agua del IMTA cuenta con la acreditación desde 1994.

Recursos humanos

Desde los años treinta en las escuelas de química y biología de las universidades e institutos del país, se estudiaba indirectamente la química del agua dentro de las materias de fisicoquímica, microbiología, análisis y otras; así mismo se realizaban los primeros inventarios de especies acuáticas. Por su parte, el desarrollo de la microbiología acuática estuvo ligado a la ingeniería sanitaria como herramienta, es decir, se dirigió únicamente al diagnóstico y monitoreo de bacterias indicadoras de contaminación.

En 1936, se creó la estación limnológica del lago de Pátzcuaro y se empezaron a elaborar estudios de calidad del agua en un contexto ambiental.

En el primer quinquenio de la década de los años cuarenta, en la Escuela Nacional de Ingenieros de la UNAM, se impartió la carrera de ingeniería municipal y

sanitaria. El programa incluía la materia de microbiología.

En 1951 se creó la División de Graduados de la Escuela de Ingenieros, la especialidad de Ingeniería Sanitaria auspiciada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, primera en su género en América Latina. En 1957 el Instituto Politécnico Nacional inició estudios e investigación experimental en el área de tratamiento biológico y en la UNAM se creó la Maestría de Ingeniería Sanitaria, que se modificó e implantó sus programas de maestría y doctorado en Ingeniería Ambiental en 1979.

Dentro del contexto universitario, además de los estudios que realizan las escuelas y facultades, se crearon el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (ICMyL), el Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) y otros que realizan estudios limnológicos y de calidad del agua en lagunas, cuerpos de agua epicontinentales y mar abierto, incluyendo análisis de plaguicidas y metales.

A partir de 1985 se incrementó la participación universitaria en la búsqueda de tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales. La Universidad Autónoma Metropolitana creó en 1986 un grupo de investigación sobre reactores anaerobios.

En 1986 la Comisión del Plan Nacional Hidráulico se transformó en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (SARH, 1986). Con este paso, se creó un laboratorio en el país donde el enfoque es, dentro del contexto ambiental, la formación de recursos humanos, instrumentación y transferencia de tecnologías de análisis e investigación sobre la calidad y tratamiento del agua.

Finalmente el CIECCA, permanece hasta ahora como parte de CNA para la realización de estudios de monitoreo y calidad del agua, así como para el establecimiento de las condiciones particulares de descarga.

Problemas principales para la evaluación de impacto ambiental

Los principales problemas que enfrentan la evaluación del impacto ambiental y la calidad de los estudios de evaluación y manifestaciones, ya han sido reconocidos en diferentes foros (INE, 1994) y por diferentes autores (Ezcurra, 1995), entre los problemas más importantes están los siguientes:

- No existe interacción entre los grupos que desarrollan el diseño del proyecto y los que lo evalúan ambientalmente para lograr una conceptualización integral del proyecto.

- Frecuentemente existe un desfase entre el procedimiento de planeación de los proyectos y el tiempo que se tiene para la elaboración de los estudios ambientales.
- Generalmente, los estudios de impacto ambiental son voluminosos, poco claros en sus hallazgos y poco prácticos en sus recomendaciones
- Baja calidad ocasionada por serias limitaciones en la información básica, metodologías y análisis de datos inadecuados y carentes de medidas de mitigación reales y económica, social e institucionalmente justificadas.
- Escasa o nula verificación en campo de la información utilizada o generada en las diagnósticos ambientales. Además, carecen de alternativas para modificar componentes del proyecto.
- Carencia de una metodología que homogenice la información requerida y que facilite su análisis y su seguimiento en todas las etapas del proceso.
- Las técnicas de predicción de los impactos y la efectividad de las medidas de mitigación están dirigidas hacia la aprobación del proyecto, más que al manejo ambiental del mismo, una vez aprobado.
- Son más descriptivas que predictivas y no incluyen la participación pública y de organizaciones no gubernamentales.
- Se carece de un enfoque multidisciplinario integrado, tanto en su elaboración como en la toma de decisiones.
- Se carece de infraestructura y personal capacitado para llevar a cabo la revisión, verificación y seguimiento de las evaluaciones de impacto ambiental.
- Se requiere coordinar las áreas responsables de la planeación, construcción y operación de las obras y de éstas con las áreas responsables del seguimiento.
- Existe una nula y/o tardía participación pública, que se requiere en forma oportuna y sistemática para la aceptación y éxito del proyecto y las medidas de mitigación.
- Respecto a la capacitación se observa un fuerte impulso en las áreas de ciencias naturales e ingeniería, por encima de las perspectivas socio-culturales y económicas, dificultándose una visión interdisciplinaria.
- La mayoría de los cursos cortos carecían de una visión integral y práctica, situación que favoreció el florecimiento de empresas consultoras, que con escasa experiencia obtuvieron un registro de prestadores de servicios en la materia y realizaron estudios inadecuados e inútiles para la toma de decisiones y manejo ambiental.
- Existen aún limitaciones en la aplicación de la ley, atribuibles a una falta de aceptación de responsabili-

dades, por desconocimiento, incompreensión de la normatividad; o por restricciones económicas.

Problemas principales de calidad de agua

En relación a la problemática asociada con la calidad del agua se señaló lo siguiente:

- El crecimiento acelerado de la demanda para diferentes usos, no ha estado acompañado de un tratamiento adecuado de las aguas residuales, presentándose actualmente repercusiones alarmantes en los niveles de contaminación de ríos, cuencas, lagos y acuíferos, que propician la multiplicación cada vez mayor de los esfuerzos para abastecer de agua a los consumidores.
- El deterioro de la calidad del agua por el desarrollo industrial y agrícola es especialmente marcado en las regiones Centro y Norte-Centro, en donde se requieren importantes acciones de saneamiento.
- La insuficiencia en el abasto de las grandes urbes, obliga cada vez más a tratar las fuentes de abastecimiento con procesos más difíciles y costosos. Sin embargo, este tipo de tratamientos no se encuentran al alcance de muchas ciudades y comunidades del país, en donde el servicio es casi siempre irregular y no cumple con las características de calidad requeridas.
- La contaminación afecta tanto al agua superficial como al agua subterránea y disminuye notablemente la disponibilidad determinada en los balances hidráulicos, ya que en muchos casos podrá existir el recurso pero no utilizarse por su mala calidad. En el caso de las aguas subterráneas, también se tiene el problema de intrusión salina de los cuerpos de agua costeros y de acuíferos salinos.
- La información de la red nacional de monitoreo concluye que prácticamente todos los cuerpos de agua importantes en mayor o menor medida están contaminados. Se considera que por su nivel de contaminación, se requiere atención prioritaria en las siguientes 15 cuencas: Pánuco, Lerma, Balsas, San Juan, Coatzacoalcos, Blanco, Papaloapan, Valle de México, Conchos, Coahuilana, Culiacán, Fuerte, Yaqui, Mayo y Bajo Bravo (CNA, 1996).
- Debido al entorno socioeconómico del país, la solución del problema de abastecimiento de agua potable es muy complejo. Mientras que algunos sectores de la sociedad pueden pensar en utilizar procesos avanzados para tratar el agua (ultrafiltración, ósmosis inversa, intercambio iónico, ozonización, etc.) otros por el contrario, sólo tienen acceso a la cloración como medio de desinfección.

- En el futuro, la construcción de presas y otras obras de infraestructura será progresivamente más difícil, porque la mayoría de los proyectos hidráulicos económicamente justificables ya se han realizado. En los últimos años, las preocupaciones ambientales y de relocalización de poblaciones han reducido la probabilidad de nuevos proyectos hidráulicos de gran magnitud.
- Con relación a la infestación por malezas acuáticas, favorecida por la existencia de nutrientes (fósforo y nitrógeno) provenientes de retornos agrícolas y descargas de aguas residuales domésticas e industriales, se han infestado del orden de 62 mil hectáreas en 114 cuerpos de agua, y 12 mil km de canales y 9 mil km de drenes de los distritos de riego (Gutiérrez, *et al.*, 1994). Este problema propicia el desarrollo de insectos y otros organismos vectores de enfermedades, desalienta el desarrollo de actividades recreativas, afecta la pesca y la navegación, provoca una pérdida excesiva de agua por evapotranspiración, disminuye la capacidad de los embalses, impide el uso eficiente de las obras hidráulicas e incrementa los costos de operación de las mismas.
- El rápido desarrollo industrial ha causado aumentos significativos en el número de procesos productivos que generan compuestos químicos contaminantes o de alto riesgo, que se desconocen, para la salud pública.
- En cuanto al tratamiento de las descargas municipales e industriales, se carece de los criterios de selección de la tecnología apropiada y de las tecnologías alternativas que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas existentes para cumplir con la normatividad, así como remover los contaminantes industriales a costos razonables. Debido a lo anterior, el aprovechamiento de las aguas residuales se realiza con un alto factor de riesgo a la salud.
- A nivel rural, no se cuenta con las tecnologías de desinfección de agua para su uso potable, ni con tecnología adecuada para el tratamiento de aguas residuales de pequeñas comunidades.
- La CNA ha tratado de resolver la problemática de calidad del agua, mediante acciones de clasificación de cuerpos de agua, inventarios de descargas puntuales, otorgamiento de títulos de concesión, establecimiento de condiciones particulares de descarga y visitas de inspección para verificar su cumplimiento.
- Para fortalecer la capacidad de los laboratorios de la CNA, se han iniciado trabajos de rehabilitación, equipamiento y certificación a nivel central y regional. Esto requiere también la formación de recursos humanos calificados y la consolidación de un siste-

ma de información para evaluar y utilizar los datos generados.

Conclusiones

Una vez identificados los antecedentes y avances que se han logrado en las áreas de impacto ambiental y calidad del agua, las conclusiones de este documento se presentan como las perspectivas y áreas sugeridas de acción.

Es necesario realizar estudios de evaluación del impacto ambiental previos a la construcción de los proyectos de desarrollo hidroagrícola y de infraestructura hidráulica, considerando la participación pública para proporcionar las medidas de mitigación en forma oportuna. Además, se requiere mejorar la calidad de los estudios, analizando y obteniendo la información estrictamente necesaria y desarrollar metodologías que permitan reconocer la magnitud de los impactos y sus alternativas de mitigación. Asimismo, se requiere dar seguimiento durante la construcción y realizar la evaluación post-proyecto para determinar la efectividad de la predicción de impactos y del diseño de las medidas de mitigación (cuadro 3.1).

En cuanto a la calidad del agua las áreas prioritarias están encaminadas a contar con una mayor disponibilidad de agua en cantidad y calidad para los diferentes usos, en su ahorro y manejo eficiente, así como a la reducción los riesgos a la salud y ecosistemas por la presencia de patógenos y sustancias tóxicas cuadro 3.2.

Se puede afirmar que se alcanzaron los objetivos planteados al principio de este ejercicio de consulta para el fortalecimiento de las capacidades del sector agua en las áreas de impacto ambiental y calidad del agua, ya que se obtuvo el panorama nacional en la materia y se establecieron las principales áreas de acción a corto y mediano plazos.

Muchas de las de acciones a corto plazo, principalmente en calidad del agua ya estaban llevándose a cabo al tiempo del desarrollo de los talleres, a través de programas y proyectos de la CNA con instituciones y empresas nacionales, así como con organismos internacionales de apoyo.

En el área de impacto ambiental muchos de los participantes en el taller contribuyen permanentemente a los cambios que se están dando en los diferentes niveles de decisión, desde modificaciones a la legislación hasta el mejoramiento de la calidad que deberán tener los estudios futuros, en términos de los procedimientos a utilizar y el tipo de información que se requiere.

Recibido: abril, 1997

Aprobado: julio, 1997

3.1. Áreas sugeridas de acción en materia de impacto ambiental

Áreas de acción	Actividades	Instituciones participantes	Programación*
1. Fortalecimiento de los recursos humanos			
Formación de grupos multidisciplinarios	Capacitación en análisis interdisciplinario	SEMARNAP, INE, CNA e IMTA	Corto plazo
Establecer los requerimientos básicos para los evaluadores	Depurar y actualizar el padrón de evaluadores ambientales	SEMARNAP, INE, PROFEPA, CNA e IMTA	Corto plazo
Formación de cuadros técnicos y científicos	Desarrollo de métodos y tecnologías Fortalecimiento de la articulación entre los centros académicos y la gestión ambiental	INE, CNA, IMTA, universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico	Mediano plazo
2. Desarrollo institucional, incluyendo la participación pública			
Integración de la participación pública en los estudios de impacto ambiental	Desarrollo de estrategias de comunicación y de responsabilidad en la participación para incluir desde el inicio de la evaluación ambiental los intereses comunitarios	SEMARNAP, INE, CNA, IMTA, Secretaría de Gobernación, gobiernos estatales y municipales	Corto plazo
Fortalecimiento del proceso de revisión de las manifestaciones de impacto ambiental	Establecimiento de los criterios básicos que deberán cumplir las manifestaciones para ingresar a revisión y de los requerimientos básicos de los participantes en la revisión	SEMARNAP-INE-PROFEPA y Gobiernos estatales	Corto plazo
Evaluación de la efectividad de la predicción de impactos y del diseño de las medidas de mitigación	Elaborar programas de seguimiento o bien manejo ambiental de las obras durante la construcción y definir los términos de referencia para las evaluaciones post proyecto	CNA, INE, PROFEPA, IMTA, Proponente de la obra	Corto plazo
Difundir y hacer disponible la información	Crear bancos de datos sobre términos de referencia, evaluación de impactos, medidas de mitigación, costos, estrategias sociales, etc.	SEMARNAP, INE, CNA	Corto plazo
Internalización de los costos ambientales	Evaluación de impactos de segundo o tercer orden, residuales y acumulativos. Desarrollo de estrategias económicas	CNA, INE, IMTA, instituciones de investigación y desarrollo tecnológico	Mediano plazo
3. Establecimiento de políticas y legislación adecuadas			
Revisión de la legislación y del reglamento en materia de impacto ambiental	Transparencia en los procedimientos y establecimiento de las responsabilidades de los evaluadores, revisores, ejecutores, etc.	SEMARNAP, INE, CNA, organismos e instituciones interesadas, grupos no gubernamentales	Corto plazo
Promover el ordenamiento ecológico que sean la base para evaluar impactos	Realizar estudios de ordenamiento ecológico a nivel de cuencas hidrológicas para el manejo del agua	CNA, Consejos de Cuenca, Gobiernos estatales y municipales e IMTA	Mediano plazo
Apoyar la descentralización de la gestión ambiental	Definir con claridad los ámbitos de aplicación a nivel municipal, estatal y federal	SEMARNAP, INE, Gobiernos federal, estatal y municipales	Corto plazo
Desarrollo de políticas de resolución de conflictos	Establecimiento de marcos jurídicos	SEMARNAP-INE-PROFEPA Gobiernos federal, estatales y municipales e IMTA	Mediano plazo
Fortalecimiento de políticas de compensación por impactos inevitables	Revisión y adecuación de tabuladores nacionales para el pago de bienes y servicios	SEMARNAP, INE, PROFEPA y Comisión de avalúos de bienes nacionales	Corto plazo
Promover el enfoque integral de la obra con la participación de distintas instituciones	Establecer estrategias de colaboración y participación entre instituciones involucradas en el proyecto	SEMARNAP, INE, CNA, CFE, SDR, SRA, delegaciones estatales	Mediano plazo

* Corto.- al año 2000, Mediano.- al año 2005.

3.2. Áreas sugeridas de acción en materia de calidad del agua

Áreas de acción	Actividades	Instituciones participantes	Programación*
1. Fortalecimiento de los recursos humanos Capacitación de organismos operadores	Entrenamiento para incrementar la eficiencia en el abastecimiento y tratamiento del agua	CNA, Gerencias regionales y estatales, IMTA	Corto plazo
Promover la transferencia de tecnología que favorezca la descentralización del sector	Elaborar programas de transferencia de técnicas analíticas y sistemas de aseguramiento de calidad Programas de monitoreo y de parámetros relacionados con potabilización y tratamiento Aplicación de programas de capacitación en la transferencia de distritos de riego	CNA, Gerencias regionales y estatales, IMTA, Distritos de riego	Corto plazo
Desarrollo de tecnologías apropiadas para atender problemas críticos	Uso de agroquímicos y salinización de suelos, remediación de cuerpos de agua, desinfección y tratamiento de aguas residuales en el medio rural y disposición de lodos provenientes de las plantas potabilizadoras y de tratamiento	SEMARNAP, CNA, IMTA, CONACYT, OMS, OPS, organismos internacionales de financiamiento, industrias y organismos paraestatales	Mediano plazo
Formación de cuadros técnicos y científicos	Financiamiento de líneas prioritarias de investigación y desarrollo tecnológico Promover mayor vinculación entre la industria y la academia	SEMARNAP, CNA, IMTA, CONACYT, OMS, OPS, organismos internacionales de financiamiento, industrias y organismos paraestatales	Mediano plazo
2. Desarrollo institucional, incluyendo la participación pública Equipamiento y modernización de plantas potabilizadoras y de tratamiento	Incrementar la eficiencia de las plantas construidas	CNA, organismos operadores, gobiernos estatales y municipales, inversión privada	Mediano plazo
Fortalecer la creación de los consejos de cuenca	Establecer las bases para la administración, manejo y control de la contaminación del agua a nivel de cuenca	CNA, consejos de cuenca, organismos operadores, gobiernos estatales y municipales, inversión privada	Mediano plazo
Apoyar y actualizar el Sistema de Información de calidad del agua	Concentrar la información y dar acceso a técnicos, académicos, industriales y público en general Utilización de los datos en estudios de simulación	CNA	Corto plazo
Equipamiento, modernización y acreditación de laboratorios de calidad del agua	Obtención de resultados confiables y realización de pruebas de intercalibración	CNA, SINALP, IMTA, instituciones internacionales	Mediano plazo
Promover el monitoreo de compuestos orgánicos	Capacitación en muestreo, análisis e interpretación, de resultados	CNA, IMTA, laboratorios acreditados	Mediano plazo
Realizar la clasificación de las corrientes	Establecer los parámetros críticos, metas de calidad y criterios para la fijación de condiciones particulares de descarga	CNA, IMTA, PEMEX, CFE, empresas consultoras, Gerencias regionales y estatales	Corto plazo
Atención a problemas críticos regionales de calidad del agua	Atender la zona de acuíferos de la Península de Yucatán, Comarca Lagunera y Valle de Guadiana, entre otros	CNA, IMTA, laboratorios acreditados	Corto plazo
Promover la realización de un inventario nacional de sustancias tóxicas	Determinar zonas afectadas por plaguicidas, solventes industriales, derivados del petróleo, etc.	CNA, IMTA, PEMEX, CFE, empresas consultoras, Gerencias regionales y estatales	Mediano plazo
Establecimiento de políticas y legislación adecuadas	Promover el monitoreo regional de estas sustancias		
Apoyar el proceso de normalización	Control de las cargas de contaminantes en las descargas industriales y municipales	SEMARNAP, CNA, Comité de normalización, IMTA y grupos interesados	Corto plazo
Aplicación de incentivos fiscales para apoyar la investigación	Determinar las estrategias convenientes y los alcances específicos	CNA, IMTA, PEMEX, CFE, CONACYT, SHCP, Gerencias regionales y estatales	Mediano plazo
Control de la eutroficación y descarga de sustancias tóxicas	Apoyar a los Consejos de Cuenca en el diagnóstico y evaluación para el establecimiento de metas de calidad	CNA, Gerencias regionales y estatales, consejos de cuenca, instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, IMTA	Mediano plazo
Monitoreo de ecosistemas costeros	Determinar impactos a actividades pesqueras y riesgos a la salud pública y ecosistemas	CNA, Gerencias regionales y estatales, instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, IMTA	Corto plazo
Promover la evaluación de las fuentes difusas de contaminación	Apoyar programas de investigación	CNA, IMTA, CONACYT, Gerencias regionales y estatales	Largo plazo
Promover y participar en el desarrollo de normatividad	Evaluar el impacto de la normatividad actual para efluentes Incluir parámetros para estimar procesos de eutroficación acelerada, patógenos, indicadores biológicos y toxicológicos	SEMARNAP, CNA, Comité de normalización, IMTA y grupos interesados	Corto plazo

* Corto.- al año 2000, Mediano.- al año 2005, Largo plazo.- al año 2010.

Agradecimientos

A las instituciones y profesionales que participaron en las reuniones y los talleres.

Referencias

- Alaerts, G.J.; Blair, T.I.; y Hartvelt, F.J. (eds.) (1991). "Una estrategia para la formación de capacidades en el sector de recursos hídricos". Serie de Informes del IHE no. 24. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Arreguín F., Limón G., Gutiérrez E., Gómez A., Márquez L y Tortajada C., 1996. "Impacto ambiental y calidad del agua", Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Mor.
- Athié Lambarri M, 1987, Calidad y cantidad del agua en México, Editorial Fundación Universo Veintiuno, A.C. México, D.F., 152 pp.
- Castillo E.I. (1995), Monitoreo de la Calidad del Agua. Encuentro para coordinar la medición e investigación nacional sobre la disponibilidad y calidad del agua. UNAM. Instituto de Ingeniería. CNA. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua.
- CNA-INE (1991) Bases de Cooperación para la Aplicación del Procedimiento de Impacto Ambiental en la Evaluación de Proyectos de Infraestructura Hidráulica. CNA e Instituto Nacional de Ecología.
- CNA (1992), Ley de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua. Diciembre, México.
- CNA, EPA, SEDESOL, TNRCC, PROFEPA, TPWD, INE, TDH (1994). Estudio binacional relativo a la presencia de sustancias tóxicas en el río Bravo/río Grande y sus tributarios en su tramo internacional entre México y Estados Unidos. Informe Final. México. Comisión Nacional del Agua, Environmental Protection Agency, Secretaría de Desarrollo Social, Texas Natural Resources Conservation Commission, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Texas Parks and Wildlife Department, Instituto Nacional de Ecología y Texas Department of Health.
- CNA (1996). Plan Nacional Hidráulico 1995-2000. Comisión Nacional del Agua. México.
- DEPFI (1996), Programa de asignaturas de la Maestría en Ingeniería Ambiental.
- Diario de Morelos (23/05/95), Consulta Nacional sobre la legislación ambiental en el Estado de Morelos.
- Ducong, CH. E. (1987), Impacto Ambiental. Introducción al Panorama en México. Tesis de Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias.
- Ezcurra E. (1995) Estudios de Impacto ambiental. Gaceta Ecológica. Nueva Época. Número 36. Septiembre. México.
- García O.J.(1982), Clasificación de cuerpos receptores y fijación de condiciones particulares de descarga. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. SARH.
- Gómez B. M.A. Márquez L y Gutiérrez T.(1996), Some experiences of teaching EIA in Mexico. 16th Annual Meeting of the International Association of Impact Assessment. Estoril, Portugal.
- Guillén P.C. (1986), La estrategia de educación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y pesca de México. III Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid 25-29 de Noviembre.
- Gutiérrez, L.E.; Arreguín C.F.; Huerto D.R. y Saldaña F.P. (1994), Control de malezas acuáticas en México. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. IX Núm. 3 pp15-34.
- IMTA, CNA y CONSAMIN (1995), Paquete educativo referente al Impacto Ambiental. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua y Consultoría Ambiental Industrial, S.A. de C.V. (Manuales del instructor y participante).
- IMTA (1995). Documento de trabajo. Grupo XXI. "Investigación y Desarrollo Tecnológico en temas asociados a sistemas de agua potable, drenaje, tratamiento de aguas residuales e impacto ambiental". Coordinación de Tecnología de Tratamiento y Calidad". Inédito.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, "I Reunión de trabajo sobre investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos", 1º de diciembre de 1995, México D. F.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, "Conclusiones de la primera reunión de trabajo sobre formación de capacidades en investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos del sector agua", diciembre de 1995, Cuernavaca, Mor.
- INE (1994) Evaluación de Impacto Ambiental. Bases para una reforma. Documento de trabajo para discusión. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Normatividad Ambiental.
- INE (1995), Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental 1993-1994. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Desarrollo Social.
- Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental (1971). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
- Ley Federal de Aguas. Diario Oficial de la Federación 11 de Enero de 1972.
- Ley Federal de Derechos en materia de agua (1991). Comisión Nacional del Agua.
- Ley Federal de Protección al Ambiente. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. SEDUE (1982)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación 28 de Enero de 1988.
- Ley de Obras Públicas Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 1980.
- Medina G. J.A y Sánchez Silva R. (1977), Impacto Ambiental de las obras hidráulicas. Documentación de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico.
- NOM-001-ECOL/1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-052-ECOL/1993 Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

- NOM-002-ECOL/1993 Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas. Diario Oficial de la Federación 11 de Septiembre de 1981.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación 7 de Junio de 1988.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Agua. Diario Oficial de la Federación 29 de Marzo de 1973.
- SARH (1981), Manual del Curso sobre Impacto Ambiental. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. (2 Tomos).
- SARH (1982), Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- SARH (1983), Manual del Curso: Estudios de Calidad del Agua. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación.
- SARH (1986), Decreto por el que se reforman varios artículos del diverso por el que se creó el organismo técnico administrativo denominado Comisión del Plan Nacional Hidráulico. Diario Oficial de la Federación 7 de agosto de 1986.
- SECOFI (1996), NMX-AA-112-1995-SCF. Análisis de agua y sedimentos.- Evaluación de toxicidad aguda con *Photobacterium phosphoreum*.- Método de prueba. Declaratoria de vigencia de normas. Diario Oficial de la Federación 12 de abril de 1996.
- SEDUE (1988) Criterios Ecológicos a observarse en la selección y preparación de los sitios, así como en la construcción y operación de aprovechamientos hidroeléctricos
- SEDUE (1989), Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CEECA-001/89. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México.
- SEMARNAP (1996), Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación. 3 de julio de 1996.
- SEDESOL-INE (1994). Informe de la Situación General en Materia de equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993-1994. Secretaría de Desarrollo Social e Instituto Nacional de Ecología.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1996). Programa de Medio Ambiente 1995-2000. Diario oficial 3 de abril de 1996. México.
- Villamar L. F. (1997), Impacto Ambiental en la Comisión Nacional del Agua: Análisis y perspectivas. Protección Ambiental para el Sector Hidráulico. CNA, UNAM-II, PNUD, Consejo Británico.
- UNAM, (1995).- Curso Internacional de Impacto Ambiental. División de Educación Continua.

Abstract

Gutierrez-Lopez, E; M.A. Gomez-Balandra; L. Marquez-Bravo; F. Arreguin-Cortes. "Advances and perspectives of institutional capacity building in environmental impact and water quality". Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish). Vol. XIII. Num. 1, pages 77-89, January-April, 1998.

As a result of the Symposium A Strategy for Water Sector Capacity Building organized by the United Nations Development Programme (UNDP) and the Institute for Hydraulic and Environmental Engineering in Delft in 1991, it was recognized the need of focusing on three main priority areas to be strengthened: human resources; capacity building, including public participation; and the establishment of an adequate policy and legal framework. Supported by the UNDP the Mexican Institute of Water Technology carried out the analysis of the Water Sector Capacity Building through a consulting process based on workshops with the participation of government officials, academics, and NGO's. This report summarizes the results obtained in two of the six workshops on the topics of Water Quality and Environmental Impact Assessment and includes related background in regard with policies, regulations, capacity building and human resources; presents constraints and suggested priority areas to be strengthened. Main results comprise the identification of actions to be taken, involved institutions and terms in which they have to be achieved.

Key words: *Capacity building, water quality, environmental impact assessment (EIA), IMTA-UNDP, water sector.*

Dirección institucional de autores:

*Eric Gutiérrez López
María Antonieta Gómez Balandra
Lidia Márquez Bravo
Felipe Arreguín Cortés*

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnahuac No.8532
Col. Progreso Jiutepec, Mor.
Cuernavaca, Mor., CP.62550
Tel. (73) 19 44 45 extensión 410