

## **DEMANDA 1: ESPECIALIDAD EN ECONOMÍA AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN EL RECURSO AGUA**

### **Antecedentes**

En muchas partes del mundo el agua se está convirtiendo en un bien escaso, lo cual incrementará a lo largo del tiempo la competencia y conflictos entre los usuarios del agua. Por ello es necesario tomar las mejores decisiones sobre la conservación y asignación del recurso, volviendo compatible los objetivos sociales como son la eficiencia económica, la sustentabilidad y la equidad.

El agua, vista como un bien económico, puede ser una herramienta que mejore la administración de dicho recurso natural; sin embargo, estimar el valor del agua es una tarea compleja, debido a la naturaleza del bien.

El tratamiento del agua como bien económico fue reconocido como una situación indispensable el Segundo Foro Mundial del Agua, que se llevó a cabo en el Haya en el año 2000, y cuyo acuerdo general fue que el valor completo del recurso (económico, social, cultural y ambiental) deberían ser reconocidos a la hora tomar decisiones sobre su administración, y que los cambios en percepción y actitud son requeridos en todos los niveles para reflejar el verdadero valor del agua como recurso.

La visión antes señalada es compartida por muchos países, entre ellos México; sin embargo, el desarrollo del conocimiento técnico económico y la profesionalización de los recursos humanos en nuestro país se encuentran muy rezagados frente a otras naciones. Por lo antes expuesto es necesario actuar de manera agresiva para generar el personal con las calificaciones necesarias que asegure el manejo eficiente de dicho recurso natural.

El área de estudios e investigación en economía del agua es una demanda del sector que en su primera fase solicita a las instituciones de educación superior y centros de investigación del país, el diseño curricular y plan de estudios de una **Especialidad en Economía del Agua**, la cual sería responsable de formar los recursos humanos en el área, generar conocimiento económico en la materia, y divulgar los conocimientos, así como apoyar a instituciones y dependencias públicas de los tres órdenes de gobierno en materia gerencial.

### **Objetivo del proyecto**

Desarrollar el diseño curricular y plan de estudios para la formación de recursos humanos en Economía del Agua, en el nivel de Especialidad. Se requiere que los egresados de la Especialidad apliquen correctamente los fundamentos administrativos, económicos y financieros basados en el conocimiento del medio ambiente; específicamente el manejo económico y sustentable de los recursos hídricos, mediante el abordaje de fundamentos conceptuales y la correcta aplicación de herramientas económicas.

## **Alcances**

Las instituciones postulantes deben considerar también entre sus actividades, la divulgación de conocimientos en materia de gestión eficiente del recurso hídrico, lo cual incrementará el fortalecimiento institucional a nivel federal, estatal y/o municipal y la mejora continua en la calidad de los servicios de las empresas operadoras de agua en México, así como la futura instrumentación de un centro de investigación en economía del agua.

Es de interés la participación de instituciones públicas educativas y de investigación que cuenten con experiencia en investigación, innovación y desarrollo tecnológico en el sector hídrico, así como con la infraestructura y personal capacitado para formar a servidores públicos de los tres niveles de gobierno, a personal que labore en empresas de agua potable, académicos y estudiantes con interés en el manejo sustentable del recurso hídrico.

Productos esperados.

- Diseño curricular y Plan de Estudios de la Especialidad en Economía del Agua, que diversifique la oferta para los estudiantes del país.
- Propuesta de desarrollo de la Unidad Académica de forma que sustente la futura creación de un Centro de Investigación.

**Duración:** 12 meses.

## **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua

Subdirección General de Administración

Lic. Miguel Avilán Mendoza

Subdirector General de Administración

Teléfono: 01(55) 51-74-43-19 y 51-74-43-20

Correo electrónico: [miguel.avilan@conagua.gob.mx](mailto:miguel.avilan@conagua.gob.mx)

## **DEMANDA 2: CATÁLOGO Y GUÍA DE PLANTAS INDICADORAS DE HUMEDALES DE MÉXICO A NIVEL NACIONAL**

### **Antecedentes**

La vegetación hidrófila es un indicador muy importante de la existencia de la mayoría de los humedales y frecuentemente es uno de los más fáciles de ver. Los criterios florísticos que se usan para delimitar los humedales son la cobertura y dominancia de las especies indicadoras. Si bien las grandes unidades de vegetación acuática (popales, tulares, bosques y selvas inundables, manglares y otros), conformarían el elemento de paisaje que identifique a primera vista el humedal, se requiere de una observación más detallada que permita distinguir asociaciones vegetales y a los principales elementos de la flora dominante.

El marco legal para preservar, restaurar y rehabilitar los humedales nacionales tiene sustento en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y particularmente en lo establecido en el Artículo 86 BIS 1 fracciones I, II, III, IV y V. En términos generales, la LAN establece las disposiciones legales para la delimitación de los humedales del país y la integración del inventario, así como para el establecimiento de reservas de aguas nacionales y/o ecológicas, para formular propuestas de manejo a través de Normas Mexicanas.

Para la formulación de las políticas y programas, en el marco de lo dispuesto por la LAN, se requiere contar con un catálogo de especies indicadoras de humedales a nivel nacional que permitan delimitar y/o reconocer en campo a los humedales.

Por lo anterior se propone la realización de una investigación que permita la conformación de un catálogo digitalizado de plantas indicadoras de los humedales en México por regiones, así como una guía de campo para los humedales de la República Mexicana.

### **Objetivo general**

Investigar las plantas indicadoras de los humedales y elaborar un catálogo y guía de dichas plantas por regiones a nivel nacional, que constituya una herramienta de apoyo y/o soporte para la identificación de especies características de los humedales y sus posibles asociaciones.

### **Objetivos específicos**

1. Recabar e integrar información de especies indicadoras de humedales, mediante una revisión bibliográfica y de consultas de herbarios de las diferentes regiones de la República Mexicana.
2. Definir los criterios sobre la asociación de comunidades de especies indicadoras de humedales, para ser aplicados para las diferentes regiones de la República Mexicana.
3. Elaborar y diseñar gráficamente una guía práctica para la identificación de especies indicadoras de humedales regionalizada.

## **Productos entregables**

Los productos esperados son:

1. Documento impreso y en formato digital con los criterios generales sobre el estudio de asociaciones de comunidades de especies indicadoras de humedales.
2. Fichas técnicas en formato digital (access 2010) de toda la información resultado de la búsqueda bibliográfica y de la consulta de herbarios a nivel nacional, usando la base de datos de la colección de plantas acuáticas mexicanas del Herbario Nacional Proyecto BE023 SNIB-Conabio, relevante para el estudio.
3. Documento impreso y en formato digital con la lista de especies indicadoras de humedal por regiones a nivel nacional.
4. Guía práctica de especies indicadoras de humedales, con sus generalidades e imágenes correspondientes, impresa y en formato digital tamaño media carta.

## **Alcances**

El catálogo deberá incluir las especies indicadoras de humedales en México regionalizada, con base en tres categorías: acuáticas, subacuáticas y tolerantes. Asimismo, contendrá una sección de plantas nativas y otra sección de plantas introducidas.

La ficha de los catálogos contendrá la siguiente información por especie indicadora:

- Nombre científico.
- Nombre(s) común(es).
- Nombre(s) regional(es) o local(es).
- Familia.
- Categoría (acuática, subacuática o tolerante).
- Fotografía o ilustración.
- Descripción.
- Georreferenciación (en caso de que exista).
- Forma de crecimiento.
- Hábitat.
- Gradiente de tolerancia al agua.
- Usos.
- Descripción de la especie.
- Categoría en la NOM -059- SEMARNAT- 2010 (en caso de presentarse).
- Observaciones generales.
- Distribución geográfica (en caso de existir).

**Duración:** 18 meses

## **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua

Subdirección General Técnica

Ing. Enrique Mejía Maravilla

Gerente de Calidad del Agua

Teléfono: 01(55) 53-77-02-07 y 5377-02-08

Fax: 53-77-02-21

Correo electrónico: [enrique.mejia@conagua.gob.mx](mailto:enrique.mejia@conagua.gob.mx)

M. en C. Fernando M. Rosales Cristerna

Subgerente de Programas Sectoriales de Calidad del Agua

Teléfono: 01(55) 53-77-02-22

Correo electrónico: [fernando.rosalesa@conagua.gob.mx](mailto:fernando.rosalesa@conagua.gob.mx)

## **DEMANDA 3: INVENTARIO, CLASIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE HUMEDALES EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO GRIJALVA**

### **Antecedentes**

El estado de Tabasco ocupa una superficie de 24,661 km<sup>2</sup>, y 191 km de litoral, ubicado en la cuenca de los ríos Papaloapan-Grijalva-Usumacinta al sur del Golfo de México. El estado de Tabasco cuenta con una gran riqueza hídrica estrechamente asociada a una gran diversidad de especies animales y vegetales. Se estima que en promedio el 23% de la biodiversidad nacional de vertebrados y 53 % de los humedales de agua dulce se encuentran en el territorio estatal.

A pesar de la importancia que representan los humedales para las poblaciones humanas, estos se ven sometidos a diversos factores que provocan la degradación y pérdida de los mismos, principalmente como resultado de algunas actividades humanas. Entre estas actividades, podemos mencionar el aumento en la demanda de tierras agrícolas, asociada al crecimiento de las poblaciones, las cuales demandan espacios para establecerse y una mayor cantidad de productos agrícolas; el desarrollo de infraestructura mal planeada para la regulación de los ríos, las cuales cambian la dinámica de la hidrología de los humedales, provocando un cambio en sus funciones.

La introducción de especies exóticas que en algunos casos desplazan a las nativas, la excesiva contaminación, el uso de los humedales como basureros al considerarlos insalubres y tierras desperdiciadas; el aumento en la construcción, instalación y operación de granjas de cultivo de peces y camarón, la construcción de carreteras, embalses, canales que modifican el régimen hídrico y la ignorancia de las poblaciones sobre las funciones y utilidades de los humedales y en Tabasco debemos agregar la necesidad de espacio para desarrollo urbano por el crecimiento poblacional derivado en parte de la migración a las ciudades.

En la última década, los humedales están siendo afectados por el cambio climático, pues evidente que éstos están cambiando en su extensión, distribución y funciones en respuesta a las modificaciones en los patrones de distribución de las precipitaciones (Convención de Ramsar, 1999).

La protección de los humedales requiere, entre otras cosas, del mantenimiento de su cuenca hidrológica: calidad del agua sin desvíos, rellenos y descargas residuales; preservación de flora y fauna sin introducción de especies exóticas; y explotación balanceada de sus recursos. Por ello, en México se cuenta con el apoyo de la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre. Desafortunadamente, a pesar de los progresos conseguidos en los últimos decenios, los humedales siguen figurando entre los ecosistemas más amenazados, sobre todo a causa de su continua desecación, conversión y contaminación, así como de la explotación excesiva de sus recursos.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), de acuerdo con las disposiciones del 29 de abril 2004 por las que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la misma, define a los *humedales* como:

*“Zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites lo constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos”.*

El marco legal para preservar, restaurar y rehabilitar los humedales nacionales tiene sustento en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y particularmente en lo establecido en el Artículo 86 BIS 1 fracciones I, II, III, IV y V. En términos generales, la LAN establece las disposiciones legales para la delimitación de los humedales del país y la integración del inventario, así como para el establecimiento de reservas de aguas nacionales y/o ecológicas, para formular propuestas de manejo a través de Normas Mexicanas.

Para la formulación de las políticas y programas, en el marco de lo dispuesto por la LAN, se requiere contar con una base de información sólida y amplia sobre los humedales más importantes del país, que incluya fundamentalmente la ubicación, caracterización hidrológica y socioeconómica de los humedales de esta zona. A partir de los resultados que se obtengan en los estudios que se lleven a cabo, se podrá comprender con mayor amplitud la estructura y funciones de cada microcuenca, en el contexto de una visión estratégica, generar las propuestas y prioridades que sustenten un manejo integral de estas microcuencas y de la zona costera y marina, para una gestión sustentable del agua.

La conservación y restauración de los humedales de esta región debe partir y ser consecuencia de un esquema de planeación interinstitucional, con el objetivo de estructurar su ejecución con una visión interdisciplinaria que abarque la visión hídrica desde el ámbito ambiental, ecológico y socioeconómico, incluyente de los distintos órdenes de gobierno y de los diversos actores involucrados en el manejo y conservación de los humedales.

De acuerdo con lo anterior y considerando la problemática de los humedales en la región, la Conagua ha determinado llevar a cabo el proyecto en la subregión hidrológica Cuenca Bajo Grijalva, también conocida como Grijalva-Villahermosa, la cual se localiza en el Noroeste de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta, está limitada al Norte por el Golfo de México, al Este por las Subregiones Hidrológicas Río Lacantún, Río Usumacinta y Laguna de Términos, al Sur por las Subregiones Hidrológicas Medio Grijalva y Río Lacantún, y al Oeste por las Regiones Hidrológicas No. 22 Tehuantepec y No. 29 Coahuila de Zaragoza. La subregión hidrológica Cuenca Bajo Grijalva está conformada por veintisiete cuencas hidrológicas, que son: Tzimbac, Zayula, Presa Peñitas, Paredón, Platanar, Mezcalapa, El Carrizal, Tabasquillo, Cunduacán, Samaria, Cuxcuchapa, Basca, Yashijá, Shumulá, Puxcatán, Chacté, De Los Plátanos, Tulija, Macuxpana, Almendro, Chilapa, Tacotalpa, Chilapilla, De La Sierra, Pichucalco, Viejo Mezcalapa y Grijalva.

## **Objetivo general**

Realizar un estudio que permita elaborar el inventario, clasificación, delimitación y determinación del balance hidrológico de los humedales en la Cuenca Baja del Río Grijalva, a escalas a nivel de cuenca y humedal o sitio, con su respectiva verificación en campo, con enfoque a la protección, conservación y restauración de los humedales; y que permita desarrollar herramientas que faciliten el manejo integral de los humedales de la cuenca baja del Río Grijalva, y por tanto que posibiliten una gestión sustentable del agua.

## **Objetivos específicos**

- Recabar la información correspondiente para el llenado de las fichas técnicas de gabinete y campo a nivel de cuenca y de cada uno de los humedales de acuerdo con las metodologías y manuales del Inventario Nacional de Humedales.
- Delinear cartográficamente mediante imágenes de satélite y cartografía digital de acuerdo con los lineamientos y criterios de INEGI, a nivel de cuenca (escala 1:50,000) y a nivel humedal o sitio (escala 1:20,000 ó mayor), con su delimitación in situ, así como realizar su verificación en campo de los humedales existentes en la cuenca, con base en los criterios hidrológicos, botánicos y edafológicos establecidos en las metodologías del Inventario Nacional de Humedales.
- Clasificar los humedales a nivel de cuenca y humedal, así como su verificación en campo con base a los criterios geomorfológicos, hidrológicos, edafológicos y de vegetación de acuerdo con las metodologías de clasificación del Inventario Nacional de Humedales.
- Desarrollar, programar, probar, implantar y poner a punto del Sistema de Información Geográfica (SIG) del Inventario de Humedales en la cuenca, compatible para integrarse al SIG del Inventario Nacional de Humedales.
- Identificar y desarrollar los indicadores para la determinación del grado de vulnerabilidad de la cuenca, cuantificando los impactos de las actividades socio-económicas y ecológicas de la cuenca.
- Evaluar el estado y tendencias de conservación/deterioro de los humedales y amenazas a los mismos, de acuerdo con la información existente en la región.
- Elaborar la propuesta del programa de manejo de los humedales existentes en la Cuenca Baja del Río Grijalva, con la participación de actores clave, determinados conjuntamente con la Conagua.
- Determinar el volumen de agua disponible en la cuenca y construir escenarios prospectivos con los resultados obtenidos del balance, apoyados en la variación de los usos más importantes.
- Calcular el balance hidrológico de los humedales de la Cuenca del Río Grijalva.
- Integración del sistema desarrollado en el SIG del Inventario Nacional de Humedales.

## **Productos entregables**

- Fichas técnicas de gabinete y campo con la información a nivel de cuenca y de los humedales en el área de estudio.
- Mapas digitales e impresos de la delineación con los polígonos de los humedales a nivel cuenca y de la delimitación in situ de cada uno de los humedales.



- Clasificación de los humedales de la cuenca, con un acervo fotográfico de la vegetación georeferenciada.
- Inventario de los humedales a nivel cuenca, con información ecológica, económica, social y jurídica de los ecosistemas humedales existentes en la cuenca, que registre el grado de deterioro y conservación, garantizando su compatibilidad, sistematización de la información, consistencia, homogeneidad e integridad con el estudio del Inventario Nacional de Humedales.
- Sistema de Información Geográfico incluyendo cartografía utilizada y desarrollada para el inventario de humedales de la cuenca, base de datos georreferenciados con la información de las fichas de gabinete y campo de la cuenca, balance hidrológico y disponibilidad de agua en la cuenca, estado de conservación y deterioro, así como el grado de vulnerabilidad; de fácil acceso y distribución; pragmático y operativo; de lenguaje relativamente simple; con enfoque sistémico en su integración, pero informativo en sus componentes, compatible con el SIG del Inventario Nacional de Humedales.
- Indicadores para la determinación del grado de vulnerabilidad provocada por el impacto del uso de agroquímicos, empleados en la agricultura, por el impacto de los incendios forestales, por la rectificación del curso de los ríos y el desazolve, los impactos sociales, económicos y ecológicos provocados por los cambios naturales y antropogénicos en la cuenca, considerando su recuperación o amortiguamiento.
- Memoria de cálculo para determinar el volumen de agua superficiales disponible en la cuenca y escenarios prospectivos con los resultados obtenidos del balance.
- Memoria de cálculo para determinar el balance hidrológico de los humedales de la cuenca.
- Propuesta del Programa de Manejo Integral de los Humedales existentes en la cuenca, considerando la participación de actores clave determinados conjuntamente con la Conagua.

**Duración:** 24 meses.

### **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua

Subdirección General Técnica

Ing. Enrique Mejía Maravilla

Gerente de Calidad del Agua

Teléfono: 01(55) 53-77-02-07 y 5377-02-08

Fax: 53-77-02-21

Correo electrónico: [enrique.mejia@conagua.gob.mx](mailto:enrique.mejia@conagua.gob.mx)

M. en C. Fernando M. Rosales Cristerna

Subgerente de Programas Sectoriales de Calidad del Agua

Teléfono: 01(55) 53-77-02-22

Correo electrónico: [fernando.rosalesa@conagua.gob.mx](mailto:fernando.rosalesa@conagua.gob.mx)

## **DEMANDA 4: INVESTIGAR Y MODELAR LA CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN FRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA CON ENFOQUE AL CONTROL DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.**

### **Antecedentes**

A partir de 1996, con la suscripción del Acta 294 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), la aportación de importantes montos en subsidios tanto de los tres órdenes de gobierno de México, como de los Estados Unidos de América, a través de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), y el apoyo de las agencias creadas, Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), se impulsó de manera importante el desarrollo de infraestructura de agua potable y saneamiento en la franja fronteriza México-Estados Unidos. Además de la participación de la CONAGUA y los organismos estatales y municipales de agua, la COCEF, participa en el desarrollo de proyectos mediante la certificación de los mismos, con base en el cumplimiento de requisitos, y el apoyo mediante asistencia técnica. Por su parte, el BDAN se encarga del financiamiento de proyectos mediante créditos y la administración de los recursos del Fondo de Infraestructura Ambiental Fronterizo (BEIF, por sus siglas en inglés), de la EPA, para los proyectos que cumplan con los criterios de elegibilidad y priorización.

Por otra parte, uno de los elementos más importantes de la contaminación de los cuerpos de agua nacionales se asocia a las descargas de aguas residuales municipales y no municipales que se vierten de manera directa o indirecta a través de sus afluentes. Por lo que es necesario realizar la evaluación de la calidad del agua en los cuerpos de agua y en sus afluentes, determinar las principales fuentes de contaminación, la carga actual de contaminantes, la capacidad de asimilación y dilución, los límites máximos de descarga, y las concentraciones de contaminantes alcanzadas en los cuerpos de agua, en cada etapa de regulación, y con estos resultados, elaborar la Declaratoria de Clasificación del río Bravo, a través de la modelación matemática y la simulación de la calidad del agua bajo diferentes escenarios de regulación, incluyendo oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nutrientes, y coliformes, metales, y tóxicos orgánicos, entre otros.

La Declaratoria de Clasificación de los Cuerpos de Agua Nacionales es un instrumento técnico y legal mediante el cual se publica la capacidad de asimilación y dilución, las metas de calidad del agua y los límites máximos de descarga, que deberán calcularse en el presente estudio, y que son la base para regular las descargas de aguas residuales. Se fundamenta en el artículo 118 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en el artículo 87 de la Ley de Aguas Nacionales. Asimismo, la CONAGUA, para otorgar los permisos de descarga, en los cuales se fijan las condiciones particulares de descarga, toma en cuenta la clasificación de los cuerpos de aguas nacionales.

El modelo matemático seleccionado deberá ser un modelo de simulación y tendrá, como datos de entrada, los datos de aforo y de calidad del agua, que se determinarán en este estudio y los proporcionados por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo, en el río Bravo, afluentes y aprovechamientos, así como en las descargas de aguas residuales

municipales y no municipales y, como datos de salida, la concentración de contaminantes a lo largo de las corrientes principales, como resultado de la simulación de diferentes escenarios de regulación de contaminantes.

De acuerdo a lo anterior y considerando la problemática de calidad del agua en la cuenca baja del río Bravo, la CONAGUA requiere llevar a cabo esta investigación la cual pretende a partir de la determinación de la capacidad de autodepuración de la corriente (asimilación y dilución de contaminantes), clasificar el río en el tramo comprendido entre la presa Falcón y el Golfo de México. Esta información evidenciará la situación que guardan las fuentes puntuales de contaminación y en su caso, la modificación de las condiciones particulares de descarga que propicien la mejora de la calidad del agua del río; así mismo, determinar la importancia de la contaminación no puntual con el fin de impulsar las acciones en materia de infraestructura de saneamiento y otras acciones tecnológicas que permitan en el mediano plazo, contar con agua de mejor calidad para los usos actuales y potenciales del recurso en esta cuenca.

### **Objetivos Generales**

- Investigar y generar el diagnóstico de la cantidad y calidad del agua, en el tramo comprendido entre la presa Falcón y la desembocadura en el Golfo de México.
- Determinar la capacidad de asimilación y dilución de contaminantes y elaborar el anteproyecto de Declaratoria de Clasificación del río Bravo.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar la calidad del agua (física, química, compuestos orgánicos sintéticos, tóxica y biológicamente) y medir el caudal del río Bravo, y de sus afluentes y fuentes puntuales de contaminación (municipales y no municipales), ubicadas en la margen derecha del río (México).
- Elaborar un diagnóstico histórico y actual de calidad del agua del río Bravo y sus afluentes.
- Realizar la estimación de la contaminación difusa en la cuenca del río Bravo en el tramo comprendido entre la presa Falcón-Golfo de México en la parte correspondiente a México.
- Recopilar y evaluar información de calidad y cantidad de agua del río Bravo, sus afluentes, derivaciones y fuentes puntuales de contaminación, ubicadas en la margen izquierda del río Bravo (Estados Unidos de Norteamérica).
- Recopilar y evaluar información, especialmente de la parte correspondiente a México, sobre las características físicas de las subcuencas, clima, usos del suelo, tipos de vegetación, cobertura vegetal, uso de agroquímicos, actividad agropecuaria, forestal, minera, sitios de disposición de residuos sólidos y de aquella información que requiera el modelo matemático para fuentes difusas.
- Estimar la contaminación difusa mediante la modelación matemática de la aportación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y un plaguicida a nivel de cuenca y subcuencas correspondientes a México.

- Modelar matemáticamente las aportaciones de contaminantes de las descargas de aguas residuales municipales e industriales y la calidad del agua obtenida del río Bravo.
- Elaborar el anteproyecto de Declaratoria de Clasificación del río Bravo.
- Realizar un análisis económico de costo-beneficio de la aplicación de la Declaratoria de Clasificación, sólo para la parte correspondiente a México.
- Elaborar la Manifestación de Impacto Regulatorio del Anteproyecto de Declaratoria de Clasificación.

### **Alcances**

- Obtener información en 40 sitios (13 en el río Bravo, siete en afluentes y 20 en descargas de aguas residuales) y cuatro campañas de monitoreo de cantidad y calidad del agua (determinar en los 40 sitios 57 parámetros físicos, químicos inorgánicos, metales, nutrientes (N y P en diferentes formas), coliformes fecales, toxicidad (*Vibrio fischeri*) y materia orgánica-DBO5, DQO Y COT-). Así mismo, en 20 sitios determinar compuestos orgánicos con las metodologías EPA-8081A 1996 y EPA-8141B-1998; y en otros 20 sitios determinar los compuestos orgánicos a través de las metodologías EPA-8270D-1998 y EPA-8260B-1996). Las campañas de monitoreo se realizarán en la época crítica de contaminación (temporada de estiaje para fuentes puntuales e inicio de época de lluvias para las difusas), la cual permita elaborar el diagnóstico actual y la modelación matemática de calidad del agua para determinar la capacidad de asimilación y dilución de contaminantes.
- Obtener información sobre características fisicoquímicas de los suelos, tipo y cobertura de vegetación, actividad agropecuaria, uso de agroquímicos, y otra que requiera el modelo matemático, la cual permita elaborar el diagnóstico y la modelación matemática de las fuentes difusas de contaminación en la cuenca y subcuencas correspondientes a México.
- Analizar la información de calidad y cantidad de agua de los afluentes, derivaciones y fuentes puntuales de contaminación correspondientes a la margen izquierda del río Bravo (Estados Unidos de Norteamérica).
- Integrar un diagnóstico de cantidad y calidad del agua del río Bravo y sus afluentes que interrelacione toda la información histórica de los últimos 15 años, la obtenida en el estudio y la proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo.
- Modelar matemáticamente las fuentes difusas de contaminación, en la cuenca y subcuencas Mexicanas, con información recopilada sobre los tipos de suelo, vegetación, relieve, clima, uso de agroquímicos, actividad agropecuaria, entre otros, y los datos de calidad del agua obtenidos en el presente estudio.
- Simular diferentes escenarios de calidad del agua por fuentes difusas, por ejemplo: diferentes condiciones de lluvia, prácticas agropecuarias y forestales, prácticas de conservación de suelos.
- Calibrar un modelo matemático para fuentes difusas de contaminación, para la cuenca y subcuencas Mexicanas, con información recopilada y obtenida sobre los tipos de suelo, vegetación, relieve, clima, uso de agroquímicos, actividad agropecuaria, entre otros, y la requerida por el modelo, que permita determinar el aporte de contaminantes al río Bravo, por este tipo de fuentes de contaminación.

- Calibrar un modelo matemático de calidad del agua, con la información obtenida de calidad y cantidad del agua, la requerida por el modelo y la proporcionada por la EPA, que permita determinar la capacidad de asimilación y dilución del río Bravo; así como, simular diferentes escenarios de las condiciones de las fuentes puntuales de contaminación del río.
- Simular diferentes escenarios de calidad del agua del río Bravo, sus afluentes y sus fuentes puntuales de contaminación, por ejemplo: porcentaje de remoción de contaminantes en las descargas de aguas residuales y de caudal en el río y sus afluentes, lo cual permita obtener la información necesaria para la elaboración del anteproyecto de Declaratoria de Clasificación.
- Elaborar el anteproyecto de la declaratoria de clasificación del río Bravo conforme a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, así como las Declaratorias de Clasificación Publicadas.
- Contar con los estudios de costo-beneficio que permitan integrar la Manifestación de Impacto Regulatorio de acuerdo a lo establecido por la Comisión Federal de Mejora Regulatoria de la Secretaría de Economía.

## **Productos entregables**

### **Informe de los Estudios**

En términos generales, para el informe final, se deberán desarrollar los siguientes capítulos:

- Resumen ejecutivo
- Introducción
- Antecedentes
- Situación actual del área de estudio
- Metodología
- Resultados
- Análisis y evaluación de la información
  - Base de datos y mapa de estaciones hidrométricas
  - Base de datos y mapa de sitios de monitoreo
- Diagnóstico de calidad del agua
- Clasificación del río Bravo
  - Proyectos ArcView de la calidad del agua
  - Límites máximos de descarga (LMD)
  - Guías para establecer Condiciones Particulares de Descarga (GUIAS)
  - Capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de agua (CAD)
  - Metas de calidad del agua (M)
  - Modelo matemático para la clasificación del cuerpo de agua
  - Hojas electrónicas de cálculo de LMD, CAD, M, CACTUAL y GUIAS, de la Declaratoria
- Conclusiones y Recomendaciones
- Anteproyecto de Declaratoria de Clasificación del río Bravo
- Bibliografía

- Anexos (Estudios de costo-beneficio; manifestación de impacto regulatorio; trabajos de campo, informes de resultados obtenidos en campo y laboratorio, etc.)

**Duración:** 24 meses.

**Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua  
Subdirección General Técnica

Ing. Mario López Pérez  
Gerente de Ingeniería y Normas Técnicas  
Correo electrónico: [mario.lopezperez@conagua.gob.mx](mailto:mario.lopezperez@conagua.gob.mx)  
Teléfonos: 5174-4000 ext. 1520 y 1521

## **DEMANDA 5: ANÁLISIS DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DEL RÍO CUPATITZIO, SUS AFLUENTES Y DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.**

### **Antecedentes**

Los estudios de calidad del agua de los cuerpos de agua nacionales permiten a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), conocer el nivel de contaminación que éstos guardan, determinar el uso potencial del recurso hídrico y conocer las fuentes de contaminación que los afectan.

A través de los estudios se obtiene información de calidad y cantidad del agua, no sólo de los sistemas acuáticos, sino también de las fuentes puntuales de contaminación que los afectan. La información que se obtiene está asociada a las características de calidad del agua de cada una de las fuentes de contaminación, lo cual permite determinar de manera más precisa las causas de la contaminación de estos sistemas.

En una primera etapa, la información de estos estudios permite determinar la influencia que tiene cada una de las fuentes de contaminación en los cuerpos de agua. Se identifican los contaminantes, se determina su cantidad y su asociación con el volumen de descarga para determinar la carga aportada.

En una segunda etapa, los resultados de la primera se aplican en una estrategia de modelación matemática de la calidad del agua que permite elaborar las declaratorias de clasificación, las cuales son el instrumento técnico-legal con las que la CONAGUA establece condiciones particulares de descarga más estrictas, de tal manera que éstas permitan mejorar la calidad de los cuerpos receptores.

El mejoramiento de la calidad de los cuerpos de agua nacionales permitirá incrementar la disponibilidad del recurso hídrico, rehabilitar los ecosistemas acuáticos, eliminar los efectos negativos en la salud pública, y recuperar los servicios ambientales que brindan los cuerpos de agua de propiedad nacional.

Lo anterior ha motivado que la CONAGUA decidiera llevar a cabo el presente estudio de calidad del agua del río Cupatitzio, con el fin de contar con la información básica necesaria para que en una segunda etapa se pueda realizar la modelación matemática de la calidad del agua del río.

### **Objetivo General**

Evaluar la calidad del agua del río Cupatitzio, sus afluentes y fuentes puntuales de contaminación con el fin de determinar el uso potencial de sus aguas.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar mediciones de caudal y toma de muestras biológicas de agua en el río Cupatitzio, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales.

- Realizar análisis de calidad del agua a las muestras tomadas del río Cupatitzio, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales.
- Realizar un diagnóstico histórico de calidad y cantidad de agua del río Cupatitzio, con base en información histórica de las Redes de Medición de la CONAGUA.
- Elaborar una base de datos con los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua del río Cupatitzio, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales.
- Realizar la evaluación de la calidad del agua de acuerdo con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, Indicadores de Calidad del Agua y la NOM-001-SEMARNAT-1996, e índices de diversidad.

### **Alcances**

- Obtener información en 30 sitios (10 en el río Cupatitzio, 10 en afluentes y 10 en descargas de aguas residuales) y tres campañas de monitoreo de cantidad y calidad del agua (determinar en los 30 sitios 57 parámetros físicos, químicos inorgánicos, metales, nutrientes (N y P en diferentes formas), coliformes fecales, toxicidad (Vidrio fishcheri) y materia orgánica-DBO5, DQO y COT-). Así mismo, en 12 sitios determinar compuestos orgánicos en las metodologías EPA-8270D-1998, EPA-8260B-1996 y EPA-8310-1986. Las campañas de monitoreo se realizarán en la época crítica de contaminación (temporada de estiaje), la cual permite elaborar el diagnóstico actual y la modelación matemática de calidad del agua para determinar la capacidad de asimilación y dilución de contaminantes.
- Obtener una base de datos en el programa Excel, con toda la información obtenida en los trabajos de campo y resultados de laboratorio.
- Obtener un diagnóstico histórico de calidad y cantidad de agua del río Cupatitzio con información de la CONAGUA, de los últimos 10 años.
- Contar con la evaluación y análisis de resultados con base en los criterios, indicadores y normas nacionales.
- Obtener un informe del estudio el cual contenga la descripción detallada de todas las actividades realizadas en el presente estudio.

### **Productos entregables**

#### **Informe de los Estudios**

En términos generales, para el informe final, se deberán desarrollar los siguientes capítulos:

Resumen ejecutivo

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Descripción del área de estudio
4. Evaluación histórica de la calidad y cantidad de agua del río Cupatitzio
5. Programa de monitoreo, medición y análisis de calidad del agua
6. Evaluación y análisis de resultados
7. Diagnóstico de calidad del agua del río Cupatitzio y sus afluentes



8. Conclusiones y recomendaciones
9. Bibliografía
10. Anexos (Planes de muestreo; informes de resultados de campo y laboratorio; base de datos; registro fotográfico; esquema unifilar; proyecto ArcView).

**Duración:** 24 meses.

### **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua  
Subdirección General Técnica

Ing. Enrique Mejía Maravilla  
Gerente de Calidad del Agua  
Correo electrónico: [enrique.mejia@conagua.gob.mx](mailto:enrique.mejia@conagua.gob.mx)  
Teléfonos: 01 55 53 77 02 07

M.C. Eric D. Gutiérrez López  
Subgerente de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental  
Correo electrónico: [eric.gutierrez@conagua.gob.mx](mailto:eric.gutierrez@conagua.gob.mx)  
Teléfonos: 01 55 53 77 02 09

## **DEMANDA 6: ANÁLISIS DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DEL RÍO CUAUTLA, SUS AFLUENTES Y DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.**

### **Antecedentes**

Los estudios de calidad del agua de los cuerpos de agua nacionales permiten a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), conocer el nivel de contaminación que éstos guardan, determinar el uso potencial del recurso hídrico y conocer las fuentes de contaminación que los afectan.

A través de los estudios se obtendrá información de calidad y cantidad del agua, no sólo de los sistemas acuáticos, sino también de las fuentes puntuales de contaminación que los afectan. La información que se obtiene está asociada a las características de calidad del agua de cada una de las fuentes de contaminación, lo cual permite determinar de manera más precisa las causas de la contaminación de estos sistemas.

En una primera etapa, la información de estos estudios permite determinar la influencia que tiene cada una de las fuentes de contaminación en los cuerpos de agua. Se identifican los contaminantes, se determina su cantidad y su asociación con el volumen de descarga para determinar la carga aportada.

En una segunda etapa, los resultados de la primera se aplican en una estrategia de modelación matemática de la calidad del agua que permite elaborar las declaratorias de clasificación, las cuales son el instrumento técnico-legal con las que la CONAGUA establece condiciones particulares de descarga más estrictas, de tal manera que éstas permitan mejorar la calidad de los cuerpos receptores.

El mejoramiento de la calidad de los cuerpos de agua nacionales permitirá incrementar la disponibilidad del recurso hídrico, rehabilitar los ecosistemas acuáticos, eliminar los efectos negativos en la salud pública, y recuperar los servicios ambientales que brindan los cuerpos de agua de propiedad nacional.

Lo anterior ha motivado que la CONAGUA decidiera llevar a cabo el presente estudio de calidad del agua del río Cuautla, con el fin de contar con la información básica necesaria para que en una segunda etapa se pueda realizar la modelación matemática de la calidad del agua del río.

### **Objetivo General**

Evaluar la calidad del agua del río Cuautla, sus afluentes y fuentes puntuales de contaminación con el fin de determinar el uso potencial de sus aguas.

## **Objetivos Específicos**

- Realizar mediciones de caudal y toma de muestras biológicas de agua en el río Cuautla, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales.
- Realizar análisis de calidad del agua a las muestras tomadas del río Cuautla, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales.
- Realizar un diagnóstico histórico de calidad y cantidad de agua del río Cuautla, con base en información histórica de las Redes de Medición de la CONAGUA.
- Elaborar una base de datos con los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua del río Cuautla, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales.
- Realizar la evaluación de la calidad del agua de acuerdo con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, Indicadores de Calidad del Agua y la NOM-001-SEMARNAT-1996.

## **Alcances**

- Obtener información en 30 sitios (10 en el río Cuautla, 10 en afluentes y 10 en descargas de aguas residuales) y tres campañas de monitoreo de cantidad y calidad del agua (determinar en los 30 sitios 57 parámetros físicos, químicos inorgánicos, metales, nutrientes (N y P en diferentes formas), coliformes fecales, toxicidad (*Vibrio fischeri*) y materia orgánica-DBO5, DQO y COT-). Así mismo, en 12 sitios determinar compuestos orgánicos con las metodologías EPA-8270D-1998, EPA-8082-1996, EPA-8260B-1996 y EPA-8310-1986. Las campañas de monitoreo se realizarán en la época crítica de contaminación (temporada de estiaje), la cual permita elaborar el diagnóstico actual y la modelación matemática de calidad del agua para determinar la capacidad de asimilación y dilución de contaminantes.
- Obtener una base de datos en el programa Excel, con toda la información obtenida en los trabajos de campo y resultados de laboratorio.
- Obtener un diagnóstico histórico de calidad y cantidad de agua del río Cuautla con información de la CONAGUA, de los últimos 10 años.
- Contar con la evaluación y análisis de resultados con base en los criterios, indicadores y normas nacionales.
- Obtener un informe del estudio el cual contenga la descripción detallada de todas las actividades realizadas en el presente estudio.

## **Productos entregables**

### **Informe de los Estudios**

En términos generales, para el informe final, se deberán desarrollar los siguientes capítulos:

Resumen ejecutivo

1. Introducción
2. Antecedentes

3. Descripción del área de estudio
4. Evaluación histórica de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla
5. Programa de monitoreo, medición y análisis de calidad del agua
6. Evaluación y análisis de resultados
7. Diagnóstico de calidad del agua del río Cuautla y sus afluentes
8. Conclusiones y recomendaciones
9. Bibliografía
10. Anexos (Planes de muestreo; informes de resultados de campo y laboratorio; base de datos; registro fotográfico; esquema unifilar; proyecto ArcView).

**Duración:** 24 meses.

### **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua  
Subdirección General Técnica

Ing. Enrique Mejía Maravilla  
Gerente de Calidad del Agua  
Correo electrónico: [enrique.mejia@conagua.gob.mx](mailto:enrique.mejia@conagua.gob.mx)  
Teléfonos: 01 55 53 77 02 07

M.C. Eric D. Gutiérrez López  
Subgerente de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental  
Correo electrónico: [eric.gutierrez@conagua.gob.mx](mailto:eric.gutierrez@conagua.gob.mx)  
Teléfonos: 01 55 53 77 02 09

## **DEMANDA 7: IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO HONDO, QUINTANA ROO**

### **Antecedentes**

El debate a nivel mundial, sobre la preservación y conservación del ambiente en los últimos años, ha conducido a considerar que el ambiente es una cuestión que debe preocupar en igual grado tanto a los países industrializados como a los países en desarrollo y que la solución de los problemas mundiales del ambiente, sólo se pueden lograr mediante la cooperación internacional, la integración del crecimiento económico y la cultura ambiental con el enfoque de desarrollo sustentable.

México y Belice han asumido como prioridad la necesidad de promover un desarrollo que preserve el ambiente y aproveche racionalmente los recursos naturales, tomando en cuenta no sólo el interés de los habitantes de hoy, sino el de las futuras generaciones. La política ambiental puede promover el crecimiento económico si éste se respalda en la estrategia del desarrollo que busca el equilibrio nacional y regional, entre los objetivos económicos, sociales y ambientales, de forma tal que se logren contener los procesos de deterioro.

Uno de los lineamientos estratégicos del sector agua, que orienta todas las acciones de gobierno en materia de medio ambiente y recursos naturales, con el fin de contener las tendencias de deterioro, es la combinación en forma sinérgica de la protección y conservación del ambiente y los recursos naturales con su aprovechamiento sustentable y más diversificado y para ello, se requiere de aplicar un plan de protección ambiental que incluya todos los aspectos y estrategias posibles para alcanzar la meta.

Con base en lo anterior, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como organismo responsable de la gestión del agua a nivel federal en México, tiene entre sus objetivos lograr el uso adecuado de los recursos, así como la regulación de la distribución del recurso hídrico y como punto importante el control y preservación de su calidad y cantidad para lograr un desarrollo integral sustentable.

La contaminación de las aguas nacionales está dada por los procesos naturales y las actividades humanas, inherentes y económicas, las cuales descargan contaminantes a través de sus aguas de desechos y emisiones a la atmósfera. La entrada de los contaminantes a las aguas es a través de aguas, aire y la disolución de las rocas de la corteza terrestre que están en contacto con el agua.

La entrada de las fuentes de contaminación a los cuerpos de agua se da de manera puntual y difusa. Las fuentes difusas son aquellas que se producen durante las lluvias, el escurrimiento de lixiviados de los tiraderos de residuos sólidos; mientras que las fuentes puntuales son aquellas que generan los núcleos de población, complejos industriales, agrícolas y pecuarios, y que llegan a los cuerpos de agua a través de tuberías y canales o simplemente infiltración directa. El conocimiento de la calidad del agua de acuerdo a la naturaleza física, química y biológica y sus tendencias de cambio es de primordial

importancia debido a que con esto, se pueden tomar decisiones en cuanto a la planeación y administración del recurso, para un manejo apoyado en el concepto de desarrollo sustentable.

El elevado crecimiento demográfico y desarrollo industrial y la falta de una adecuada estrategia para el mejor aprovechamiento del recurso, son la causa de la contaminación de los cuerpos de agua nacionales ya sean corrientes superficiales, lagos, embalses, acuíferos y mares, por lo que se establecen políticas encaminadas a promover el mejor aprovechamiento del recurso hidráulico y de esta manera mantener el desarrollo social y económico del país.

Como parte del “Diagnóstico integral para el manejo sustentable del agua en la cuenca internacional del Río Hondo, México- Belice, al año 2025”, realizado por la CONAGUA en el año 2007, se concluyó que uno de los principales problemas en la cuenca del río Hondo, es el desconocimiento de las aportaciones de las subcuencas hacia el Río Hondo, en calidad y cantidad, así como la falta de información sobre las actividades productivas que se desarrollan en la misma y que pudieran estar provocando efectos negativos en el agua y otros recursos naturales; por lo que se recomendó implementar las acciones para el saneamiento y control de la contaminación derivada de la disposición de los residuos sólidos y aguas residuales, así como profundizar los estudios de calidad del agua que contemplen la situación del Río Hondo y sus afluentes, y su impacto en las costas y sistemas arrecifales.

A este respecto, la CONAGUA de México, organismo federal que cuenta con las atribuciones necesarias para proteger, conservar mejorar y explotar racionalmente los cuerpos de aguas nacionales, así como establecer y ejercer las políticas y programas para el control y prevención de la contaminación del agua, propone este estudio.

### **Objetivo General**

Elaborar un diagnóstico de la calidad del agua en la Cuenca Transfronteriza del Río Hondo, mediante un análisis de las características y condiciones de las corrientes y afluentes superficiales y subterráneos; los usos a que se destina el recurso; las fuentes puntuales de contaminación y la influencia de éstas en la calidad del agua, que permita obtener a corto, mediano y largo plazo políticas, lineamientos y acciones de control y preservación del recurso por los sectores productivos y socioeconómicos.

### **Objetivos Específicos**

- a) Identificar y analizar la situación actual del recurso hídrico en la Cuenca Transfronteriza del Río Hondo, evaluar la calidad del agua en función de la hidrodinámica del cuerpo de agua, así como de las descargas de aguas residuales de las fuentes puntuales de contaminación.
- b) Integrar un diagnóstico de calidad del agua del cuerpo de agua que interrelacione la información histórica y la obtenida en el estudio.
- c) Obtener información de la presencia de contaminantes en sedimentos en la corriente principal de la Cuenca.

- d) Análisis y evaluación de indicadores de calidad del agua y sedimentos.
- e) Modelar la calidad del agua del cuerpo de agua, para elaborar escenarios a corto, mediano y largo plazo.
- f) Evaluar la carga orgánica y de contaminantes actual y simular diversos escenarios de remoción de contaminantes en las descargas y de caudal en la cuenca en función del desarrollo de la Cuenca
- g) Contar con documento de identificación de los polos de desarrollos, actuales y potenciales, de generación de contaminación con propuestas de atención en materia de saneamiento en función del desarrollo socioeconómico de la Cuenca.

### **Productos entregables**

Documento resultado del análisis, con soporte técnico-administrativo que pueda constituirse en el elemento jurídico que señala la Ley de Aguas Nacionales con relación al control de la contaminación en la Cuenca del Río Hondo.

**Duración:** 12 meses.

### **Solicitantes y Usuarios de la Información**

Conagua

Organismo de Cuenca Península de Yucatán

Ing. Salvador Arizmendi Guadarrama

Director Local CONAGUA en Quintana Roo

Correo electrónico: [salvador.arizmendi@conagua.gob.mx](mailto:salvador.arizmendi@conagua.gob.mx)

Teléfono 01 (983) 832-64-04

Ing. José Luis Acosta Rodríguez

Director Técnico CONAGUA del Organismo de Cuenca Península de Yucatán

Teléfono: 01 (999) 945-3788 y 945-0725

Correo electrónico: [jose.acostar@conagua.gob.mx](mailto:jose.acostar@conagua.gob.mx)