
“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Requerimientos y Mecanismos de Transferencia de la Información

Demanda 2: Catálogo y guía de plantas indicadoras de humedales de México a nivel nacional.

Contar con la validación de expertos en taxonomía y botánica con amplia experiencia en humedales para apoyar al grupo de trabajo en el análisis, elaboración, revisión y depuración del listado y sus categorías asignadas, así como en la propuesta del listado de especies indicadoras de humedales a nivel nacional por regiones.

El catálogo y la guía contendrán una sección de plantas nativas y otra sección de plantas introducidas.

El personal que realice el estudio, deberá contar con experiencia mínima en proyectos similares a este.

Competencias de los especialistas que van a participar en los siguientes temas:

- Taxonomía
- Botánica.

La Conagua, a través del personal que ésta designe, llevará a cabo la supervisión del desarrollo de las actividades del proyecto.

Toda la información recopilada y generada, así como los resultados obtenidos y productos adquiridos en y para el presente trabajo son propiedad exclusiva de la Conagua y serán entregados a ella.

Ni el responsable de proyecto, ni el personal involucrado directa o indirectamente con la información recopilada y generada, así como los resultados obtenidos y productos generados de los trabajos contratados, podrán usar, divulgar, comercializar o editar parcial o totalmente dicha información, sin previa autorización expresa por escrito de la Conagua.

Para el seguimiento de los trabajos de este estudio, la Conagua, llevará minutas en las que se anotarán los avances y modificaciones de los trabajos que se acuerden entre las partes.

El horizonte de ejecución de este estudio no deberá exceder de 18 (dieciocho) meses contados a partir de la fecha de la primera ministración de recursos; 3 etapas de 6 meses cada una.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Mecanismos de Transferencia

Organizar y coordinar un taller de capacitación, teórico-práctico, en el manejo del catálogo y guía de especies indicadoras de humedales a personal técnico de la Conagua.

Durante el desarrollo del estudio se entregarán al Sector tres informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad y tomar como base el modelo de contenido propuesto por personal de la Conagua. Cada informe deberá contener un resumen ejecutivo.

De cada informe parcial se entregarán una impresión original, así como una copia en medio magnético.

Los informes parciales serán revisados por personal de la Conagua y se entregarán las observaciones correspondientes para su inclusión, y que tendrán que reflejarse en el siguiente informe de avances y por consiguiente en el informe final.

Se elaborará un informe final y un resumen ejecutivo, para el Sector. El contenido del informe final y del resumen ejecutivo será definido por personal de la Conagua. En términos generales, para el informe final, se deberán desarrollar los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Metodología
4. Catálogo de plantas indicadoras
5. Guía de plantas indicadoras
6. Conclusiones y Recomendaciones
7. Referencias
8. Anexos

Se entregará para revisión del informe final y sus anexos en una impresión original y una copia en medio magnético. Una vez revisado por el personal de la Conagua, se realizará una presentación del mismo en el sitio que designe la Conagua. Se realizará un taller de capacitación a personal técnico de la Conagua.

El informe final, para el Sector, se entregará en dos impresiones originales y en medio magnético en una memoria externa, tipo portátil para microcomputadora de capacidad suficiente y con puertos USB 2.0 y 3.0.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Requerimientos y Mecanismos de Transferencia de la Información

Demanda 3: Inventario, clasificación y delimitación de humedales en la cuenca baja del río Grijalva.

Para llevar a cabo la validación de la delimitación de los humedales a nivel de cuenca y la delimitación de los humedales en campo, se deberá considerar como requisito indispensable las épocas de estiaje y lluvias para cada humedal inventariado.

Toda la información recopilada y/o levantada durante el estudio deberá contar con las fuentes bibliográficas, las fichas de metadatos y las escala cuando se utilice la cartografía digital, así como, en su caso, con la metodología aplicada para su levantamiento en campo, se deberá registrar las coordenadas geográficas y UTM, msnm y considerar los bancos de nivel oficiales.

Para conservar la integridad y precisión de la información, está permitido subir la información de una escala mayor a una escala menor, pero no en un sentido inverso, por lo cual para la generación de cartografía a escala 1:20,000 o mayor se requerirá de empleo de ortofotos y/o fotografía aérea.

Para llevar a cabo la verificación en campo de la información recabada en gabinete, se deberá considerar como requisito indispensable dentro del programa de actividades de los trabajos de campo las épocas de estiaje y lluvias para cada humedal inventariado.

En el caso de que se cuente con información de investigaciones existente sobre los humedales en la cuenca y se tenga la autorización para publicarse en el Portal del Inventario Nacional de Humedales (INH); ésta deberá enviarse en medio magnético para integrarse en el acervo bibliográfico del portal, junto con una carta autorizando su despliegue en el portal del INH, firmada por el (o los) autor(es).

Se deberá contar con experiencia mínima en proyectos similares a este.

Se deberá contar con conocimiento en los criterios de los organismos supranacionales que demandan al país información, como RAMSAR, FAO, entre otros.

Competencias de los especialistas que van a participar en los siguientes temas.

- Muestreo.
- Trabajo de campo.
- Botánica.
- Calidad del agua.
- Experiencia en cartografía digital a escala regional.
- Experiencia en sistemas de información geográfica.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

El horizonte de ejecución de este estudio no deberá exceder de 24 (veinticuatro) meses contados a partir de la fecha de la primera ministración de recursos; el proyecto se dividirá en 4 etapas de 6 meses cada una.

La Conagua, a través del personal que ésta designe, llevará a cabo la supervisión del desarrollo de las actividades del proyecto.

Toda la información recopilada y generada, así como los resultados obtenidos y productos adquiridos en y para el presente trabajo son propiedad exclusiva de la Conagua y serán entregados a ella.

Ni el Responsable de proyecto, ni el personal involucrado directa o indirectamente con la información recopilada y generada, así como los resultados obtenidos y productos generados de los trabajos contratados, podrán usar, divulgar, comercializar o editar parcial o totalmente dicha información, sin previa autorización expresa por escrito de la Conagua.

Para el seguimiento de los trabajos de este estudio, la Conagua, llevará minutas en las que se anotarán los avances y modificaciones de los trabajos que se acuerden entre las partes.

Mecanismos de Transferencia

Durante el desarrollo del estudio se entregarán al Sector cuatro informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad por etapa. Dichos informes deberán integrar un resumen ejecutivo.

De cada informe parcial se entregarán una impresión original, así como una copia en medio magnético.

Los informes parciales serán revisados por personal de la Conagua y se entregarán las observaciones correspondientes para su inclusión, la cuales tendrán que verse reflejadas en el siguiente informe de avances y por consiguiente en el informe final. Se elaborará un informe final y un resumen ejecutivo, para el Sector. El contenido del informe final y del resumen ejecutivo será definido por personal de la Conagua.

El contenido de cada capítulo del informe final será definido por personal de la Conagua. Se entregará para revisión del informe final una impresión original y una copia en medio magnético. Una vez revisado por el personal de la Conagua, se realizará una presentación del mismo en el sitio que designe la Conagua.

El informe final con anexos se entregará en dos impresiones originales y en medio magnético en memorias externas, tipo portátil para microcomputadora de capacidad suficiente y con puertos USB 2.0 y 3.0.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Requerimientos y Mecanismos de Transferencia de la Información

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.

Evaluación Prospectiva de la Zona de Estudio.

Se realizará una visita prospectiva a la zona de estudio donde se identificarán en el río Bravo y sus principales afluentes, los aprovechamientos, las fuentes puntuales de contaminación (descargas de aguas residuales) y los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales. A partir de la información que facilite la Agencia de Protección Ambiental u otra instancia, se identificarán los afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales correspondientes a los Estados Unidos de Norteamérica. Se seleccionarán el número y ubicación de los sitios de muestreo y aforo y se procederá a la determinación de sus coordenadas geográficas de ubicación, incluyendo la altitud, mediante sistema de posicionamiento geográfico con una aproximación menor a cuatro metros. La selección de los sitios de monitoreo deberá considerar el propósito tanto para la modelación de calidad del agua como la de fuentes difusas. Se identificarán los accesos a los sitios de muestreo y aforo y se estimarán los tiempos para desarrollar las actividades de muestreo y aforo. La selección de los sitios se realizará en coordinación con personal de la CONAGUA. Se establecerán contactos con autoridades estatales, regionales y/o locales, Organismos Operadores de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Organismo de Cuenca Río Bravo de la CONAGUA, particulares y la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA-Río Bravo) para la realización de los trabajos. Con base en la información de campo se seccionará el río Bravo en zonas. Esta visita se realizará una vez hecha la revisión, en gabinete, de los antecedentes sobre la cuenca hidrográfica del río Bravo, localización de las principales localidades y sus descargas de aguas residuales, así como las descargas de aguas residuales no municipales (industriales y servicios), tanto de México como de los Estados Unidos de Norteamérica, y sitios de disposición de residuos sólidos ubicados en México.

En la visita prospectiva y en las campañas de muestreo y aforo se deberán tomar fotografías con cámara digital de los sitios de muestreo en el río Bravo, sus afluentes, aprovechamientos y de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como de los trabajos de campo a realizar. Dichas fotografías integrarán un anexo del informe final y deberán entregarse también en medio magnético.

Recopilación de Información.

Se recopilará información general (hidrografía superficial y subterránea, geología, topografía, uso del suelo, vegetación, fauna, clima, grupos hidrológicos de suelo, uso de agroquímicos, distritos de riego, contenido de fósforo en el suelo, mapas de erosividad, actividad agropecuaria, minera y forestal, sitios de disposición de residuos sólidos),

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

hidrométrica, de calidad del agua, de infraestructura hidráulica y de saneamiento y socioeconómica del área de estudio. Se obtendrá la copia de la declaratoria de propiedad nacional del río Bravo, publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Se recopilará información de cantidad y calidad del agua de los afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales ubicadas en la margen izquierda del río Bravo (Estados Unidos de Norteamérica).

Se recopilarán las declaratorias de propiedad nacional del cuerpo de agua en estudio y sus principales afluentes, publicadas en el Diario Oficial de la Federación, así como las Condiciones Particulares de Descarga, de los usuarios de los cuerpos de agua en estudio, en los Organismos de Cuenca y en las Direcciones Locales correspondientes, y se integrarán en el presente estudio copias electrónicas de dichos documentos, en formato pdf.

Identificar todas las estaciones hidrométricas que se ubican en el río Bravo y sus afluentes y en particular aquellas que coinciden con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua. La información hidrométrica debe incluir la que contiene la última versión del programa BANDAS de la CONAGUA. La información de población y actividades económicas debe obtenerse de la generada por el INEGI. La información climatológica (precipitación, presión, altura y temperatura), de coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento debe ser la que genera la CONAGUA y complementada, en su caso, con la del INEGI; en el caso de la información climatológica se deberá consultar la reportada en la última versión del programa denominado ERIC. La cartografía digital debe estar actualizada y corresponder a la que maneja INEGI, en proyectos ArcView 9.3 ó superior en archivos shp, en escala 1:250,000 o 1:50,000. La cobertura de suelo puede ser derivada de Imágenes aéreas de alta resolución. La información de las descargas de aguas residuales e infraestructura de saneamiento e hidráulica debe consultarse de los inventarios que elabora la CONAGUA. La información correspondiente a la hidrografía, geología, topografía, uso del suelo, vegetación y fauna, se tomará de la que genera el INEGI o en su caso de otras dependencias del Gobierno Federal (CONAFOR, SAGARPA, etc.), Estatal y Municipal, o Centros de Enseñanza Superior e Investigación que puedan contar con ella.

Se deberán adquirir las cartas topográficas digitales de INEGI 1:50,000 para ubicación del río Bravo y sus afluentes, y las poblaciones de la cuenca correspondiente. Adquirir cartografía impresa sobre la cuenca del río Bravo correspondiente a los Estados Unidos de Norteamérica, escala 1:50,000.

La información de calidad del agua del río Bravo y sus afluentes se recopilará de la base de datos del Sistema de Información de la Calidad del Agua (SICA) de la CONAGUA. La información específica sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, en cuanto a los procesos y eficiencias de operación y remoción de contaminantes, se obtendrá con el organismo operador de cada uno de ellos.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

La información histórica de calidad del agua, saneamiento, hidrométrica y climatológica debe corresponder a los últimos diez años.

La información de calidad y cantidad del agua del río Bravo y los afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales correspondientes a la margen izquierda del río Bravo será la proporcionada por EPA-EUA, a través de la CILA-Río Bravo. La información de las redes hidrométricas y calidad del agua será la correspondiente a los últimos 10 años. Las de las descargas de aguas residuales será la de los últimos seis meses.

Programa de Muestreo y Aforo.

Sitios de Monitoreo (Muestreo y Aforo)

Se monitorearán (muestreo y aforo) no menos de 40 sitios, los cuales estarán distribuidos de la siguiente forma:

Río Bravo: **13 sitios**

Afluentes y derivaciones (margen derecha, correspondiente a México): **7 sitios**

Descargas de aguas residuales, municipales y no municipales, que descargan directa e indirectamente al río Bravo (margen derecha, correspondiente a México): **20 sitios**

Se elaborará un esquema unifilar de la hidrografía principal de la cuenca del río Bravo (tramo presa Falcón-Golfo de México) en la que se indique la ubicación de las principales poblaciones, obras hidráulicas (presas), estaciones de monitoreo de la RNMCA, estaciones hidrométricas, sitios de monitoreo establecidos para el estudio, canales de derivación e información proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo. Deberá contener cuadro de simbología y nomenclatura.

Se elaborará una tabla (en Excel) en la que se indique el nombre de los sitios de monitoreo, su clave, coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel medio del mar. El nombre y clave de los sitios deberá estar asociado a su ubicación (descarga municipal, descarga industrial, río, afluente) y al nombre de la población, empresa o cuerpo de agua en el que esté ubicado. Se debe incluir la información proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo.

La clave y nombre de los sitios de monitoreo serán los mismos a utilizar en todo el presente estudio, estudios relacionados, informes de resultados de campo y laboratorio, base de datos y anexos.

Se elaborará el plan de muestreo y aforo de cada una de las campañas de monitoreo el cual debe incluir los siguientes aspectos: croquis o mapa de la zona de estudio con la ubicación de los sitios de muestreo y sus nombres; calendario con fecha y hora de inicio de los trabajos diarios y de la entrega de muestras al o los laboratorios; parámetros a evaluar en campo y toma de muestras; el número de brigadas con los nombres de sus

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

integrantes y las actividades que desarrollará cada uno; lista de material, equipos (marca y modelo) y reactivos a ocupar (marca y fecha de caducidad); copia de los formatos de registros de campo y cadena de custodia. Cada plan se entregará al personal de la CONAGUA, para su revisión y aprobación, dos semanas antes del inicio de cada campaña. En caso de no entregarse dicho plan, la CONAGUA se reserva el derecho de rechazar el muestreo y aforo de dicha campaña, debiendo realizarse nuevamente. Se debe elaborar un informe de los trabajos de muestreo y aforo, el cual incluya los siguientes puntos: clave del sitio de muestreo, nombre del sitio de muestreo, fecha del muestreo, hora del muestreo, resultados de la medición de los parámetros de campo, coordenadas geográficas de ubicación, altitud, las incidencias ocurridas y fotografías de los sitios de muestreo debidamente identificadas.

Para la evaluación de las fuentes difusas se deberán establecer sitios al final de cada una de las subcuencas y tres más a lo largo del río Bravo.

Campañas de Muestreo y Aforo. Análisis de Muestras.

Las campañas de monitoreo se realizarán en la época de estiaje. Se llevarán a cabo tres campañas de muestreo y aforo en el río Bravo, sus afluentes y fuentes puntuales de contaminación. Se realizarán los análisis de los parámetros físicos, químicos inorgánicos, materia orgánica, compuestos orgánicos sintéticos, microbiológicos y toxicológicos de las muestras de agua del río Bravo, sus afluentes, así como de las fuentes puntuales de contaminación y para la evaluación de las fuentes difusas. Cabe mencionar que en todos los casos, incluyendo los aprovechamientos o derivaciones de agua de los cuerpos de agua, se deberá llevar a cabo la determinación del gasto. Los muestreos serán simples y puntuales en todos los sitios de monitoreo.

Los muestreos se realizarán en todos los sitios seleccionados en la visita prospectiva, y de conformidad con el personal de la CONAGUA sobre el río Bravo, sus afluentes, derivaciones, y fuentes puntuales de contaminación y las difusas, de acuerdo a la representación esquemática del sistema en estudio.

Se elaborará la representación esquemática a escala, del sistema en estudio, que servirá de base para el programa de muestreo y aforo final, y la realización de las campañas de muestreo y aforo. Este esquema debe incluir: cuerpos de agua y afluentes, división de los cuerpos de agua en zonas y elementos diferenciales, coordenadas geográficas de inicio y final de cada zona, coordenadas geográficas del inicio y confluencia de los afluentes, kilometraje de inicio y final de cada zona, descargas de aguas residuales municipales y no municipales, aprovechamientos, presas, plantas de tratamiento de aguas residuales, dirección del flujo de agua, sitios de muestreo y aforo, simbología, fotos de los principales sitios de muestreo, y datos generales; como base para la evaluación de la calidad del agua y la entrada de datos del modelo matemático, y para la simulación de escenarios de la regulación de las descargas.

En todos los casos los parámetros a determinar o analizar son: **en campo**, pH, temperatura del agua y del ambiente, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloro

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

residual, turbiedad, materia flotante; en el laboratorio, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (total y disuelta), demanda química de oxígeno (total y disuelta), carbón orgánico total, carbón orgánico disuelto, carbón orgánico suspendido, cianuros totales, sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, nitrógeno en todas sus formas (amoniaco, orgánico, NTK, nitratos, nitritos y total), fósforo total, fósforo orgánico, fósforo inorgánico disuelto y ortofosfatos, grasas y aceites, dureza total, color verdadero, cloruros, sulfatos, sulfuros, fluoruros, sustancias activas al azul de metileno, coliformes fecales, arsénico total, boro, cadmio total, cobre total, cromo total, cromo hexavalente, mercurio total, níquel total, plomo total, zinc total, relación de adsorción de sodio (RAS-calcio, magnesio y sodio), fenoles totales y toxicidad (*Vibrio fischeri*).

NOTA: Se deberá determinar la longitud de la cuña salina con el fin de elegir las técnicas analíticas que se deberán aplicar en el análisis de las aguas, para evitar las interferencias causadas por las altas concentraciones de sales. Esto sólo aplica a las muestras que se tomen en aquellos sitios de monitoreo que queden dentro de la cuña salina.

NOTA: Los metales serán determinados a través del método de ICP (ISO 11885)

En los 20 sitios ubicados en el río Bravo y sus afluentes se determinarán plaguicidas clorados EPA-8081A 1996 (aldrin, clordano, DDD, DDE, DDT, dieldrin, alfa endosulfan, beta endosulfan, endrin, lindano, heptacloro, heptacloro epóxido, hexaclorobenceno, metoxicloro, toxafeno, delta bhc, endrin aldehído, endosulfan sulfato, alacloro, atrazina, cyanazina, deltametrina, metolaclor, mirex, simazina, trifluralin, terbutilazina, pendimetalina) y fosforados EPA-8141B-1998 (bolstar, coumafos, demeton-s, diazinon, dimetoato, epn, etoprop, fensulfotión, fention, forato, malation, merfos, metilazinfos, metilparation, mevinfos, paration, ronnel, sulfotep, tokution, tricloronato, bromacil, diclorvos, metribuzin, triclorfon, trialato, molinato, terbufos, piriproxifen, clorpirifos, fenitrotion).

En los 20 sitios ubicados en las descargas de aguas residuales municipales y no municipales se determinarán los siguientes compuestos orgánicos: bis (2-etilhexil)ftalato, N-nitrosodi-n-propilamina, Tolueno, Xileno, Benceno, 1,4-Diclorobenceno, Bromodiclorometano, Cloroformo, Dibromoclorometano, Aroclor 1248 y Aroclor 1260. Cabe mencionar, que se deberán reportar todos los compuestos que resultan de la aplicación de las técnicas analíticas correspondientes, para la determinación de dichos compuestos (EPA-8270D-1998 y EPA-8260B-1996).

Los aforos se realizarán en todos los sitios de monitoreo del río Bravo, sus afluentes, aprovechamientos y/o derivaciones de agua y en las fuentes puntuales de contaminación (descargas de aguas residuales). Es importante resaltar que el muestreo y aforo en cada punto deberán realizarse de manera simultánea. Asimismo, se determinarán los parámetros ambientales requeridos por el modelo matemático (p.e. presión atmosférica,

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo, etc.), así como las características hidráulicas del río Bravo y sus afluentes (área de la sección transversal, velocidad del agua, tirante, pendiente, rugosidad, etc.) y se correlacionará el caudal con la velocidad media y la altura.

Es importante mencionar que las mediciones de campo (muestreo y aforo) deberán reportar la fecha y la hora en la que éstas se realizan.

Los trabajos de monitoreo (muestreo y aforo) y análisis de calidad del agua deberán ser realizados por laboratorios y personal acreditado ante la entidad mexicana de acreditación, A.C. (ema) y aprobado por la Comisión Nacional del Agua. En la propuesta técnica se deberán presentar los documentos que comprueben dichos requisitos.

Las técnicas analíticas y los límites de cuantificación que reporten el o los laboratorios que realicen las pruebas, deberán permitir evaluar los resultados con respecto a los valores más exigentes establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) u otros reconocidos internacionalmente, para el caso del río Bravo, sus afluentes, derivaciones, y descargas de aguas residuales. Además, indicarán en cada reporte de resultados, los valores de incertidumbre, los límites de detección y de cuantificación, los valores del intervalo de trabajo y el mínimo cuantificable (para los métodos no instrumentales). Se entregarán los cromatogramas (compuestos orgánicos) y curvas de calibración (metales) y las respectivas hojas de resultados de ambos.

Por otro lado, se deberá llevar a cabo la determinación de la ubicación geográfica (coordenadas UTM y geográficas), incluyendo la altitud, mediante un sistema de posicionamiento geográfico (geoposicionador) con una aproximación menor a cuatro metros, de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales ubicadas en el área de estudio y se tomarán fotografías digitales de los mismos.

Durante la realización de cada una de las campañas de monitoreo se deberán tomar fotografías digitales de las actividades realizadas: medición de los parámetros de campo, medición del gasto, recolección, filtración, conservación y preservación de muestras, en cada uno de los sitios de monitoreo ubicados en el río Bravo, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales. Las fotos deben considerar diferentes ángulos (vista de frente, conforme fluye la descarga hacia aguas abajo, de lado derecho e izquierdo, y si es posible de vista en planta).

Revisión de Resultados de Mediciones de Campo y Laboratorio

Los resultados de calidad del agua obtenidos en campo y laboratorio, deberán ser revisados con el fin de disminuir al mínimo errores de captura, así como la coherencia que existe entre parámetros básicos como las relaciones entre DBO-DQO, CE-SDT, entre otras, y la congruencia con los límites de detección y cuantificación reportados por el o los laboratorios. Para el caso de los metales y los compuestos orgánicos sintéticos, la revisión se apoyará con las curvas de calibración y cromatogramas. En el caso de que

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

existan comentarios a los informes, éstos deberán ser informados al laboratorio para que éste realice lo correspondiente. El reporte de comentarios y la respuesta del laboratorio serán anexados al informe de resultados del laboratorio.

El informe de resultados del laboratorio deberá contener además de los resultados, el plan de muestreo, los formatos llenos con las mediciones hechas en campo (parámetros de calidad del agua y medición del gasto) y la cadena de custodia (entrega-recepción de muestras de agua al laboratorio), de cada una de las campañas de monitoreo.

Revisión de la información proporcionada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica

La información de calidad y cantidad de agua proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo correspondiente al río Bravo, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales, será revisada y validada, para su utilización en la evaluación y análisis de la calidad del agua, así como en la modelación matemática de la calidad del agua del río Bravo.

Base de Datos de Resultados de las Mediciones de Campo y Laboratorio

Todos los resultados de las mediciones de calidad del agua determinados en campo y laboratorio deberán integrarse en una base de datos usando el programa Excel. El formato de la base de datos será proporcionado por la CONAGUA. En la base se incluirán los datos correspondientes a gasto, fecha y hora del muestreo y aforo, coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel medio del mar. Todos los resultados de los parámetros reportados en unidades de masa-volumen, deberán integrarse en la base de datos en las unidades de mg/L. También se integrará la información proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo.

Análisis y Evaluación de la Información.

La representación esquemática a escala del sistema en estudio, será la base para la evaluación de la calidad del agua, para la entrada de datos del modelo matemático, y para la simulación de escenarios de la regulación de las descargas de aguas residuales.

Para el caso del río Bravo, sus afluentes y derivaciones, tanto de México como la de los Estados Unidos de Norteamérica, se realizarán análisis estadísticos de la información histórica y la información producto de este estudio para evaluar la calidad del agua y su problemática de contaminación. Con relación a la información histórica de calidad del agua calcular los estadísticos: máximo, mínimo, promedio, promedio ponderado, error estándar, desviación estándar, percentiles 10, 25, 75 y 90, límites de confianza y la mediana, de cada uno de los parámetros de calidad del agua, por estación de monitoreo, por año y por época de lluvias y estiaje. La evaluación y análisis se hará con base en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) o estándares o criterios internacionales y utilizando los indicadores de calidad del agua correspondientes a la DBO₅, DQO, SST y Toxicidad Aguada de la CONAGUA.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Para el caso de la información hidrométrica realizar una evaluación y análisis histórico de la hidrometría del río Bravo y sus afluentes, a partir de los promedios mensuales, estacionales y anuales. Determinar los 7 días consecutivos con el promedio más bajo de precipitación en los últimos 10 años.

La evaluación y análisis de la eficiencia de remoción de contaminantes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, se hará a partir de la información de calidad del agua con que cuenten dichos sistemas y que sea proporcionada por el organismo operador correspondiente. Se describirán los trenes de tratamiento de aguas residuales y de lodos, las características de éstos, su producción diaria y su disposición final. Se mencionarán los productos químicos y las dosis utilizadas en el tratamiento.

Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, y la proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo, se calcularán los siguientes estadísticos (máximo, mínimo, promedio, mediana y desviación estándar). Determinar el caudal promedio mensual que se registra en las estaciones hidrométricas correspondiente al mes en el que se realizó el muestreo.

La evaluación actual de la calidad del agua del río Bravo y sus afluentes se realizará con base a los resultados del monitoreo, los proporcionados por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo, los usos del agua, los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua (CE-CCA-001/89). Para los parámetros no definidos en los CE-CCA-001/89, se utilizarán los criterios o estándares de otros países, para lo cual se realizará una investigación bibliográfica para recopilación de dichos límites máximos y se elaborará un cuadro comparativo. Así mismo, se hará una evaluación a partir de indicadores de calidad del agua como son la DBO₅, DQO, SST, Toxicidad Aguda de la CONAGUA.

Se evaluará el cumplimiento de las descargas de aguas residuales con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, con base en los resultados del monitoreo de las descargas, la información proporcionada por los organismos operadores y por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo, y los usos del agua del río Bravo y sus afluentes.

Se determinará la carga contaminante en kg/d por parámetro, grupos de parámetros, por descarga y tipo (municipal, no municipal, que incluye el desglose en industrial por giro y servicios) y por zona del río Bravo. Este cálculo se realizará con todos los parámetros cuya concentración se expresa en mg/L.

Se determinará la tasa de crecimiento y el incremento de la población, por periodos de cinco años, de las localidades más importantes, ubicadas en la cuenca del río Bravo en la parte Mexicana.

Se estimará el crecimiento de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, con base a los resultados de la estimación del crecimiento de la población y los planes de crecimiento de las descargas no municipales, respectivamente; el volumen de dotación diaria de agua, la cobertura de las redes de agua potable y alcantarillado.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Se elaborará una base de datos con los resultados obtenidos del estudio y los proporcionados por los organismos operadores y la EPA, a través de la CILA-Río Bravo, de acuerdo a las indicaciones de la CONAGUA.

Diagnóstico de Calidad del Agua

Se elaborará un diagnóstico de la calidad del agua con base en los análisis y evaluación de la información histórica, la obtenida en el estudio y la proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo. El diagnóstico de calidad del agua deberá incluir las tendencias de calidad del agua del río Bravo y sus afluentes, disponibilidad del agua en función de los usos del recurso y la calidad actual del mismo, principales fuentes de contaminación del río Bravo, cargas contaminantes vertidas a éste, por las diversas fuentes puntuales de contaminación, el posible efecto de las fuentes difusas de contaminación y la geología de la zona de estudio.

Realizar la representación gráfica en un sistema de información geográfica (SIG-ArcView) de los indicadores calculados y representación cartográfica de los siguientes aspectos: cuenca e hidrografía (considera el y/o los cuerpo(s) de agua clasificado(s); hidrografía, municipios, localidades, estaciones de monitoreo y división de los cuerpos de agua por zonas; hidrografía, estaciones de monitoreo (estaciones hidrométricas y estaciones de la RNM) y descargas de aguas residuales; hidrografía, plantas de tratamiento de aguas residuales y descargas de aguas residuales con fotografías; e hidrografía e indicadores de calidad del agua, entre otros.

Se incluirán los resultados de las evaluaciones de la eficiencia de remoción de contaminantes de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Se incluirá un análisis que indique si la calidad del agua del río Bravo es consecuencia de las fuentes puntuales de contaminación y el manejo del recurso del propio río o se deben considerar otras fuentes de contaminación. En el diagnóstico se debe hacer mención de los principales contaminantes encontrados en el río Bravo y sus afluentes y aquellos que son vertidos por fuentes puntuales de contaminación, y sus posibles efectos a la salud y al ecosistema.

Modelación Matemática de Calidad del Agua.

El modelo matemático propuesto para este estudio de los contaminantes, debe estar fundamentado, teniendo en cuenta lo siguiente: alcances y limitaciones, hipótesis en las que se basa, parámetros (del agua, del cuerpo de agua y el ambiente) y expresiones matemáticas que utiliza para la simulación matemática, calibración, aplicación que ha tenido en otros cuerpos de agua de características similares, cómo presenta y almacena los resultados, cómo resuelve las expresiones matemáticas utilizadas métodos de convergencia. Se puede optar por utilizar los modelos matemáticos empleados en la CONAGUA.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Dicho modelo matemático, y los proyectos de información geográfica, deberá ser implantado en el equipo de cómputo que designe la CONAGUA, para la operación y actualización de información de calidad del agua, por parte de ésta.

Se modelarán los siguientes parámetros, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto, nitrógeno total (ciclo de nitrógeno), fósforo total (ciclo de fósforo), coliformes fecales y temperatura del agua, utilizando el modelo seleccionado para parámetros no conservativos. Se modelarán también sólidos suspendidos totales, arsénico, cadmio, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como los parámetros adicionales, como sólidos disueltos totales, sustancias activas al azul de metileno, y tóxicos orgánicos, cuyas concentraciones presentes sean superiores a los criterios de calidad del agua. Para estos parámetros se puede optar por un modelo simplificado para parámetros conservativos.

En el proceso de modelación matemática se procederá a calibrar el modelo con los datos obtenidos en las campañas de muestreo y aforo en el cuerpo de agua, sus afluentes y fuentes de contaminación. Se determinará la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua, en cada zona, incluyendo datos, resultados y memoria de cálculo.

El modelo deberá de reproducir las concentraciones actuales de los contaminantes medidas en los cuerpos de agua. En el escenario inicial, el modelo deberá predecir las concentraciones de contaminantes en las corrientes principales, que se alcanzarían bajo el estricto cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, de acuerdo a los tipos de cuerpos de agua, establecidos para estos ríos, en la Ley Federal de Derechos. En el escenario intermedio, el modelo deberá predecir las concentraciones de contaminantes en las corrientes principales, que se alcanzarían bajo el estricto cumplimiento de la NOM-001, para ríos Tipo C más parámetros adicionales. En el escenario final, el modelo deberá calcular las concentraciones de contaminantes en las descargas de aguas residuales, por zona, necesarias para alcanzar las concentraciones de contaminantes que permitan la vida acuática saludable, tomando como base los criterios ecológicos de calidad del agua, CE-CCA-001/89. Este estudio incluirá también los resultados de la simulación de escenarios complementarios solicitados por la CONAGUA.

Los resultados de la modelación y simulación de escenarios de regulación de las descargas de aguas residuales se presentarán en las siguientes tablas: Carga actual de contaminantes, Límites máximos de descarga de contaminantes, Capacidad de asimilación y dilución de contaminantes, metas de calidad del agua, y guías para determinar condiciones particulares de descarga, para cada etapa de regulación. De manera gráfica se presentará las concentraciones de contaminantes alcanzadas en cada zona de los cuerpos de agua en cada etapa de regulación.

Declaratoria de Clasificación.

Se elaborará la propuesta de anteproyecto de la Declaratoria de Clasificación del río Bravo, con base en los resultados de la modelación matemática y del análisis de los

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

parámetros de calidad del agua no modelados. La Declaratoria incluirá lo establecido en la versión última del formato correspondiente (será proporcionado por la CONAGUA) el cual incluye, entre otros aspectos, lo siguiente:

Marco legal, considerandos, delimitación de las zonas clasificadas, definiciones, parámetros que deberán cumplir las descargas en el río Bravo y sus afluentes, carga actual de contaminantes, capacidad de asimilación y dilución en el río Bravo por zona, plazos de cumplimiento de los límites máximos, límites máximos de descarga de los contaminantes analizados que pueden recibir el río Bravo, las metas de calidad en el río Bravo y articulado complementario.

Análisis de Costo-Beneficio.

El análisis de costo-beneficio sólo considerará lo correspondiente a la parte de México. Se realizará los estudios de costo-beneficio, que consideren el análisis de todos los costos y beneficios directos e indirectos que provocará la aplicación de la Declaratoria de Clasificación del río Bravo, de acuerdo a los estándares académicos con vigencia en el país. Los resultados de los estudios son necesarios para elaborar la Manifestación de Impacto Regulatorio.

Para el estudio de costos se deben de determinar los costos de inversión, operación, mantenimiento y amortización, de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que serán necesarios para que las descargas de aguas residuales alcancen la calidad del agua requerida para lograr cada una de las metas de calidad del agua en el río Bravo, en cada uno de los plazos establecidos en la declaratoria de clasificación. Se evaluarán diferentes alternativas de sistemas de tratamiento para las diferentes fuentes de contaminación, con el fin de determinar la mejor opción. Los sistemas de tratamiento deberán considerar el tratamiento de los lodos producidos. La información para realizar los trabajos será la que se obtenga en el presente estudio y la proporcionada por los organismos operadores de cada una de las localidades y/o municipios correspondientes.

Para el estudio de beneficios se deben de determinar los beneficios económicos que se obtendrán por mejorar la calidad del agua del río Bravo. Los beneficios consideran entre otros rubros los relacionados con el ahorro en los costos asignados a salud pública por enfermedades asociadas a los problemas de calidad del agua del río Bravo; así como, los beneficios económicos obtenidos en las diferentes actividades relacionadas con el uso del recurso, como son el turismo, la agricultura de riego y la pesca. La contaminación de los suelos y las aguas subterráneas. Por último, los beneficios obtenidos por incrementar la disponibilidad de agua para otros usos, como el de fuente de abastecimiento para agua potable y el de protección de la vida acuática. La determinación de los beneficios considerará la información estadística e indicadores nacionales, y a falta de ella se recurrirá a información internacional, pero adecuada a las condiciones nacionales. La información se obtendrá de las dependencias federales, regionales, estatales y locales (salud pública, turismo, pesca, economía, agricultura, organismos operadores de agua

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

portable, alcantarillado y saneamiento), así como la obtenida en el presente estudio y lo que establece la Ley Federal de Derechos en materia de agua.

Manifestación de Impacto Regulatorio

Se integrará la información correspondiente a la Manifestación de Impacto Regulatorio (MIR) de acuerdo con lo establecido por la Comisión Federal de Mejora Regulatoria COFEMER de la Secretaría de Economía, toda vez que sea autorizada por la SEMARNAT.

Análisis y Evaluación de la Información para la modelación de fuentes difusas

Se evaluará y analizará toda la información bibliográfica recopilada para la modelación de las fuentes difusas y se determinará la información que será utilizada para alimentar el modelo matemático, la cual permita calibrarlo y modelar los escenarios correspondientes, para las subcuencas de los afluentes y la parte correspondiente a la cuenca del río Bravo en el tramo aguas debajo de la presa Falcón-Golfo de México.

Se conformará la(s) base(s) de datos que requiera el modelo, suelo, precipitación, vegetación, cultivos, usos del suelo, etc., para la cuenca y cada una de las subcuencas Mexicanas.

Modelación Matemática de las fuentes difusas

El modelo matemático propuesto para este estudio, debe estar fundamentado, teniendo en cuenta lo siguiente: alcances y limitaciones, hipótesis en las que se basa, parámetros (del agua, Cuerpo de Agua, ambiente) y expresiones matemáticas que utiliza para la simulación matemática, calibración, aplicación que ha tenido en otras cuencas, cómo presenta y almacena los resultados.

Se hará la representación esquemática del río Bravo y sus afluentes (México), con toda la información utilizada por el modelo matemático, para la simulación de escenarios de la regulación de las descargas y variación en el caudal del río.

En el proceso de modelación matemática se procederá a calibrar el modelo con la información obtenida en el presente estudio. Se determinará la aportación actual de contaminantes por la cuenca y cada una de las subcuencas incluyendo datos, resultados y memoria de cálculo detallada.

Se analizará y se presentarán de manera gráfica los resultados de la simulación de los escenarios. Entre los escenarios a considerar están diferentes precipitaciones, coberturas de vegetación y manejo y conservación de suelos.

Presentación en forma tabular y gráfica de los resultados del modelo matemático, correspondientes a cada uno de los escenarios simulados.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Se definirán las alternativas técnicas para el control de la contaminación difusa y el programa de acciones.

Informes Parciales y Final

Elaborar los informes parciales y final de acuerdo al formato establecido por el personal de CONAGUA. En el caso del informe final se elaborarán dos modalidades: en extenso y un resumen ejecutivo no mayor de 10 hojas.

Estos informes serán independientes a los que solicite el CONACYT como seguimiento de avance.

Productos Esperados

Productos intermedios

Durante el desarrollo del estudio se entregarán dos informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad y tomar como base el modelo de contenido propuesto por personal de la CONAGUA. Sin embargo, de acuerdo al plan de pagos, el número de informes parciales puede incrementarse. Cabe aclarar que dichos informes se considerarán como requisito para el pago de la estimación correspondiente.

De cada informe parcial se entregarán una impresión original y una copia, así como en medio magnético.

Los informes parciales serán revisados por personal de la CONAGUA y se entregarán las observaciones correspondientes para su inclusión, y que tendrán que verse reflejadas en el informe final.

Productos finales

Informe de los Estudios

Se elaborará un informe final y un resumen ejecutivo. El contenido del informe final y del resumen ejecutivo será definido por personal de la CONAGUA. 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

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

- 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
- Evaluación y análisis de costo
 - Descargas de aguas residuales municipales y no municipales, calidad y cantidad
 - Alternativas de tratamiento de las aguas residuales municipales y no municipales
 - Alternativas de sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales y no municipales para las diferentes Metas y Etapas de cumplimiento de calidad del agua
 - Metodología para la estimación de los costos
 - Determinación, evaluación y análisis de costos de inversión, operación, mantenimiento y amortización, para las diferentes metas y etapas de cumplimiento
 - Conclusiones y recomendaciones
 - Bibliografía
 - Anexos
- Evaluación y análisis de beneficios
 - Definición de las áreas y/o actividades potenciales en las que se producirán los beneficios
 - Situación actual de las áreas y/o actividades potenciales en las que se producirán los beneficios
 - Metodología para estimar los beneficios
 - Determinación, análisis y evaluación de los beneficios para las diferentes Metas y Etapas de cumplimiento de calidad del agua
 - Conclusiones y recomendaciones
 - Bibliografía
 - Anexos
- Manifestación de Impacto Regulatorio
- Diagnóstico de las fuentes difusas en la cuenca y subcuencas del río Bravo
 - Identificación de las fuentes difusas
 - Recopilación de información

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Descripción del modelo matemático
Calibración del modelo matemático
Simulación de escenarios
Aportación de contaminantes por las fuentes difusas
Alternativas técnicas para el control
Programa de acciones
Conclusiones y recomendaciones
Bibliografía
Anexos.

- Bibliografía
- Anexos
 - A. Planes de muestreo
 - B. Resultados de análisis de campo y laboratorio de calidad del agua, hojas de campo y cadenas de custodia
 - C. Base de datos
 - D. Registro fotográfico
 - E. Esquema unifilar de la hidrografía del río, sus afluentes y descargas de aguas residuales
 - F. Proyecto de ArcView con los sitios de monitoreo
 - G. Presentación del estudio

El contenido de cada capítulo será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión del informe final una impresión original, una copia impresa y una copia en medio magnético. Una vez revisado por el personal de la CONAGUA, se realizará una presentación del mismo en el sitio que designe la CONAGUA. Se deberá incluir en los anexos del informe final el manual del usuario del modelo matemático utilizado y se instalará el mismo en un equipo de cómputo que designe el personal de la CONAGUA. Asimismo, se entregará un disco de instalación de dicho modelo y se dará una capacitación a personal que designe la CONAGUA para la utilización del mismo.

En cuanto al resumen ejecutivo, el contenido será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión una impresión original, una copia y una copia en medio magnético.

Una vez revisado y aprobado el informe final se entregarán 4 (cuatro) originales a color, así como 4 (cuatro) respaldos en discos compactos y 4 (cuatro) respaldos en Unidades de Almacenamiento Magnético de Información (USB). Para la edición del informe se utilizará Microsoft Office 2010. Todos los archivos magnéticos deberán entregarse en formato que la CONAGUA pueda trabajar directamente con la información. Se deben proporcionar dos juegos originales de las cartas topográficas de INEGI de la zona de estudio en la escala 1:50,000.

Se integraran al informe final los anexos fotográfico y cartográfico; así mismo, se incluirán los anexos correspondientes a los estudios de costos, beneficios, fuentes difusas e información proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Informes de Trabajos de Campo y Resultados de Análisis de Calidad del Agua

Los informes originales de resultados de calidad del agua del o los laboratorios que realizaron los análisis y en su caso la solicitud de aclaraciones y su respuesta. Los planes de muestreo de cada campaña con sus respectivas hojas de campo y cadenas de custodia. Los informes de resultados de las mediciones de campo de calidad del agua y aforo. La información proporcionada por la EPA, a través de la CILA-Río Bravo sobre calidad y cantidad de agua.

Posters

Diseñar y entregar cuatro posters originales de tamaño ISO A0 (841 x 1189 mm) con el esquema del río Bravo, en el que se muestren las zonas y segmentos en que se dividió el río Bravo para su modelación, las distancias entre cada uno de ellos, la calidad del agua, problemas de contaminación particulares, fotografías, sitios de muestreo, etcétera. El diseño se realizara en coordinación con el personal de la CONAGUA.

Base de datos de estaciones hidrométricas

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todas las estaciones hidrométricas de la cuenca hidrológica del río Bravo con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Las coordenadas de cada estación deberán estar en coordenadas geográficas con DATUM ITRF – 92.
- Adicionalmente se deberá entregar un archivo en formato shapefile generado en ArcView 9.3 o posterior, el cual contendrá las estaciones hidrométricas de la base de datos.

Base de datos de sitios de monitoreo

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todos los sitios de monitoreo de la cuenca hidrológica del río Bravo con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, se elaborará una base de datos de las campañas de muestreo y aforo, con los caudales y parámetros determinados en campo y laboratorio, en descargas de aguas residuales, cuerpos de agua y afluentes y aprovechamientos, agrupando los registros por zona en que se dividió el cuerpo de agua para su estudio.
- Se elaborará una base de datos extremos, de las campañas de muestreo y aforo, para representar la situación más crítica probable de contaminación, con las mayores concentraciones de contaminantes determinadas, y con los caudales más altos en las descargas y más bajos en los cuerpos de agua.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Mecanismos de Transferencia

Se llevará a cabo una exposición ante personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- Estudio de calidad del agua enfatizando la metodología aplicada en la realización de los trabajos realizados
 - Muestreo y aforo
 - Modelación de Calidad del Agua
 - Modelación de Fuentes Difusas
 - Declaratoria de Clasificación
 - Estudio de Costo-Beneficio
 - Manifestación de impacto Regulatorio

Se deberá capacitar al personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- En el manejo de las bases de datos que deberán elaborarse en Access.
- En el manejo del sistema de información geográfica y la información representada en él.
- En el manejo del modelo matemático de calidad del agua aplicado.
- En el manejo del modelo matemático de fuentes difusas aplicado.
- Aplicación de las metodologías para determinar los costos y beneficios.

Se instalará en el equipo de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- El software correspondiente al modelo matemático de calidad del agua.
- El software correspondiente al modelo matemático de fuentes difusas.
- Proyectos de ArcView y posters elaborados.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Requerimientos y Mecanismos de Transferencia de la Información

Demanda 5: Análisis de la calidad y cantidad de agua del río Cupatitzio, sus afluentes y descargas de aguas residuales.

Evaluación prospectiva de la zona de estudio

Para el reconocimiento del área de estudio, se realizará una visita prospectiva, en coordinación con el personal de la Gerencia de Calidad del Agua y el Organismo de Cuenca Balsas, esto con el fin de reconocer los sitios de monitoreo, los accesos a éstos, medir los tiempos de recorrido, determinar el método que se aplicará para medir el gasto en cada uno de los sitios. Se establecerán contactos con autoridades estatales, regionales y/o locales, Organismos Operadores de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Organismo de Cuenca Balsas de la CONAGUA y particulares para la realización de los trabajos. Esta visita se realizará una vez hecha la revisión, en gabinete, de los antecedentes sobre la cuenca hidrográfica, localización de las principales localidades y sus descargas de aguas residuales, así como las descargas de aguas residuales no municipales (industriales y servicios).

Durante la visita se deberán determinar las coordenadas geográficas de cada sitio de monitoreo, con el uso de un geoposicionador de alta precisión, obteniendo los tres tipos de coordenadas para cada sitio (UTM, geográficas y decimales) así como su altitud con respecto al nivel medio del mar. Se tomarán fotografías digitales de cada uno de los sitios visitados.

Recopilación de Información.

Se recopilará información general (hidrografía superficial y subterránea, geología, uso del suelo, vegetación, fauna, clima, uso de agroquímicos, distritos de riego, actividad económica y sitios de disposición de residuos sólidos), hidrométrica, de calidad del agua, de infraestructura hidráulica y de saneamiento y socioeconómica del área de estudio. Se obtendrá la copia de la declaratoria de propiedad nacional del río Cupatitzio y sus afluentes, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Se recopilarán las Condiciones Particulares de Descarga, de los usuarios de los cuerpos de agua en estudio, en los Organismos de Cuenca y en las Direcciones Locales correspondientes, y se integrarán en el presente estudio copias electrónicas de dichos documentos, en formato pdf.

Identificar todas las estaciones hidrométricas que se ubican en el río Cupatitzio y sus afluentes y en particular aquellas que coinciden con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua. La información hidrométrica debe incluir la que contiene la última versión del programa BANDAS elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

(IMTA). La información de población y actividades económicas debe obtenerse de la generada por el INEGI. La información climatológica (precipitación, presión, altura y temperatura), de coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento debe ser la que genera la CONAGUA y complementada, en su caso, con la del INEGI. La cartografía digital debe estar actualizada y corresponder a la que maneja INEGI, en proyectos ArcView 9.3 ó superior en archivos shp, en escala 1:250,000 o 1:50,000. La información de las descargas de aguas residuales e infraestructura de saneamiento e hidráulica debe consultarse de los inventarios que elabora la CONAGUA. La información correspondiente a la hidrografía, geología, topografía, uso del suelo, vegetación y fauna, se tomará de la que genera el INEGI o en su caso de otras dependencias del Gobierno Federal (CONAFOR, SAGARPA, etc.), Estatal y Municipal, o Centros de Enseñanza Superior e Investigación que puedan contar con ella.

Se deberán adquirir las cartas topográficas digitales de INEGI 1:50,000 para ubicación del río Cupatitzio y sus afluentes, y las poblaciones de la cuenca correspondiente.

La información de calidad del agua del río Cupatitzio y sus afluentes se recopilará de la base de datos del Sistema de Información de la Calidad del Agua (SICA) de la CONAGUA. La información específica sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, en cuanto a los procesos y eficiencias de operación y remoción de contaminantes, se obtendrá con el organismo operador de cada uno de ellos.

La información histórica de calidad del agua, saneamiento, hidrométrica y climatológica debe corresponder a los últimos diez años.

Programa de Muestreo y Aforo

Se elaborará la representación esquemática a escala, del sistema en estudio, que servirá de base para el programa de muestreo y aforo final, y la realización de las campañas de muestreo y aforo. Este esquema debe incluir: cuerpos de agua y afluentes, división de los cuerpos de agua en zonas y elementos diferenciales, coordenadas geográficas de inicio y final de cada zona, coordenadas geográficas del inicio y confluencia de los afluentes, kilometraje de inicio y final de cada zona, descargas de aguas residuales municipales y no municipales, aprovechamientos, presas, plantas de tratamiento de aguas residuales, dirección del flujo de agua, sitios de muestreo y aforo, simbología, fotos de los principales sitios de muestreo, y datos generales; como base para la evaluación de la calidad del agua y la entrada de datos del modelo matemático.

Se realizarán tres campañas de muestreo y aforo en la época de estiaje. Se tomarán muestras simples. El número de sitios en los que se tomarán muestras de agua y medirá el gasto es de 30, los cuales están ubicados de la siguiente manera:

- 10 (diez) en descargas de aguas residuales municipales y no municipales
- 10 (diez) en el río Cupatitzio
- 10 (diez) en afluentes

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

En todos los casos los parámetros a determinar o analizar son: **en campo**, pH, temperatura del agua y del ambiente, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloro residual, turbiedad, materia flotante; **en el laboratorio**, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (total y disuelta), demanda química de oxígeno (total y disuelta), carbón orgánico total, carbón orgánico disuelto, carbón orgánico suspendido, cianuros totales, sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, nitrógeno en todas sus formas (amoniacal, orgánico, NTK, nitratos, nitritos y total), fósforo total, fósforo orgánico, fósforo inorgánico disuelto y ortofosfatos, grasas y aceites, dureza total, color verdadero, cloruros, sulfatos, sulfuros, fluoruros, sustancias activas al azul de metileno, coliformes fecales, aluminio total, arsénico total, berilio total, boro, cadmio total, cobre total, cromo total, cromo hexavalente, fierro total, mercurio total, níquel total, plomo total, selenio total, zinc total, relación de adsorción de sodio (RAS-calcio, magnesio y sodio), fenoles totales, toxicidad (*Vibrio fischeri*) e indicadores biológicos (bentos).

NOTA: Los metales serán determinados a través del método de ICP (ISO 11885)

En 12 sitios se incluirá la determinación de los siguientes compuestos orgánicos sintéticos:

EPA-8270D-1998

2,3,4,6-Tetraclorofenol, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-Triclorofenol, N-nitrosodi-n-propilamina, bis (2-etilhexil)ftalato, fluoranteno, benzo(g,h,j)pirileno, fenol, butil benzil ftalato, di-n-butyl ftalato, 2,4 diclorofenol, dietil ftalato, naftaleno, fenantreno y pireno.

EPA-8260B-1996

Cloroformo, benceno, 1,2 dicloroetano, etilbenceno, tolueno, 1,1,1 tricloroetano, 1,1,2 tricloroetano y 1,1,1-tricloroetano,

EPA-8310-1986

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

NOTA: Cabe mencionar que se deberán reportar además de los compuestos solicitados, todos aquellos que se obtengan de la aplicación de los métodos analíticos EPA-8260B-1996 y EPA-8270D-1998.

NOTA: La CONAGUA entregará en su momento un archivo magnético con las claves y nombres de cada uno de los sitios que serán monitoreados.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Trabajos de muestreo, aforo y análisis de calidad del agua

Plan de muestreo y aforo

Previo a la realización de los trabajos de monitoreo, se deberá elaborar y entregar a la CONAGUA el plan de muestreo para su revisión y aprobación. El plan deberá contener por lo menos la siguiente información: Nombre del estudio, No. de campaña, periodo de realización de los trabajos, el número de brigadas, los nombres de sus integrantes, las actividades a desarrollar por cada uno de ellos, lista de material, equipos, reactivos a ocupar, copias de las hojas de las cadenas de custodia y hoja de registro de mediciones de campo (parámetros de calidad del agua y medición del gasto). En una tabla indicar el parámetro a muestrear, tipo de envase (plástico, vidrio, color ámbar), volumen de muestra y su conservación (hielo, ácidos y bases).

Control de calidad del monitoreo y análisis de calidad del agua

Los trabajos de muestreo, aforo y análisis de calidad del agua deberán ser realizados por laboratorios y personal acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación y aprobado por la Comisión Nacional del Agua. Se deberán presentar los documentos que comprueben dichos requisitos en la propuesta técnica que haga la empresa.

Las técnicas y los límites de cuantificación aplicadas en el análisis de las muestras de agua deberán permitir obtener resultados que se puedan evaluar con respecto a los límites máximos y mínimos permisibles, establecidos tanto en las NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-127-SSA1-1994, así como en los CE-CCA-001-89. Para el caso de metales éstos se debe determinar a través de horno de grafito. El o los laboratorios que realicen los análisis deben indicar en los reportes de resultados correspondientes, los valores de certidumbre, los límites de detección y de cuantificación, los valores del intervalo de trabajo y el mínimo cuantificable (para los métodos no instrumentales). Se entregarán los cromatogramas (compuestos orgánicos) y curvas de calibración (metales) y las respectivas hojas de resultados de ambos.

La medición del gasto deberá realizarse con el método más adecuado (sección velocidad, volumen-tiempo, molinete, etc.) conforme a la condición que se presente en cada sitio que será aforado. El método de aforo que sea aplicado en cada sitio deberá ser mencionado en el formato de campo correspondiente.

En los sitios ubicados en el río y sus afluentes se deberá determinar la sección.

NOTA: Durante la realización de cada una de las campañas de monitoreo se deberán tomar fotografías digitales de las actividades realizadas: medición de los parámetros de campo, medición del gasto y recolección de muestras, en cada uno de los sitios de

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

monitoreo ubicados en el río La Laja, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales. Las fotos deben considerar diferentes ángulos (vista de frente, conforme fluye la descarga hacia aguas abajo, de lado derecho e izquierdo, y si es posible de vista en planta).

Revisión de los resultados de calidad del agua

Los informes de resultados de calidad del agua obtenidos en campo y laboratorio, serán revisados con el fin de determinar si no existen errores de captura, así como la coherencia que existe entre algunos de ellos (p.e. DBO-DQO, CE-SDT, etc, y la congruencia con los límites de detección y cuantificación reportados por el o los laboratorios). Para el caso de los metales y los compuestos orgánicos sintéticos, la revisión se apoyará con las curvas de calibración y cromatogramas. En el caso de que existan comentarios a los informes, éstos deberán ser informados al laboratorio para que éste realice lo correspondiente. El reporte de comentarios y la respuesta del laboratorio serán anexados al informe de resultados del laboratorio.

NOTA: El informe de resultados del laboratorio deberá contener además de los resultados, el plan de muestreo, los formatos llenos con las mediciones hechas en campo (parámetros de calidad del agua y medición del gasto) y la cadena de custodia (entrega-recepción de muestras de agua al laboratorio), de cada una de las campañas de monitoreo.

Base de Datos de Resultados de las Mediciones de Campo y Laboratorio

Todos los resultados de las mediciones de calidad del agua determinados en campo y laboratorio deberán integrarse en una base de datos usando el programa Excel. El formato de la base de datos será proporcionado por la CONAGUA. En la base se incluirán los datos correspondientes a gasto, fecha y hora de muestreo y aforo, coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel medio del mar. Todos los resultados de los parámetros reportados en unidades de masa-volumen, deberán integrarse en la base de datos en las unidades de mg/L.

Análisis y Evaluación de la Información.

La representación esquemática a escala, del sistema en estudio, será la base para la evaluación de la calidad del agua y para la entrada de datos del modelo matemático.

Para el caso del río Cupatitzio, sus afluentes y derivaciones, se realizarán análisis estadísticos de la información histórica y la información producto de este estudio para evaluar la calidad del agua y su problemática de contaminación. Con relación a la información histórica de calidad del agua calcular los estadísticos: máximo, mínimo, promedio, promedio ponderado, error estándar, desviación estándar, percentiles 10, 25, 75 y 90, límites de confianza y la mediana, de cada uno de los parámetros de calidad del agua, por estación de monitoreo, por año y por época de lluvias y estiaje. La evaluación y

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

análisis se hará con base en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) o estándares o criterios internacionales y utilizando los indicadores de calidad del agua correspondientes a la DBO₅, DQO, SST y Toxicidad Aguada de la CONAGUA.

Para el caso de la información hidrométrica realizar una evaluación y análisis histórico de la hidrometría del río Cupatitzio y sus afluentes, a partir de los promedios mensuales, estacionales y anuales. Determinar los 7 días consecutivos con el promedio más bajo de precipitación en los últimos 10 años.

La evaluación y análisis de la eficiencia de remoción de contaminantes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, se hará a partir de la información de calidad del agua con que cuenten dichos sistemas y que sea proporcionada por el organismo operador correspondiente. Se describirán los trenes de tratamiento de aguas residuales y de lodos, las características de éstos, su producción diaria y su disposición final. Se mencionarán los productos químicos y las dosis utilizadas en el tratamiento.

Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, se calcularán los siguientes estadísticos (máximo, mínimo, promedio, mediana y desviación estándar). Determinar el caudal promedio mensual que se registra en las estaciones hidrométricas correspondiente al mes en el que se realizó el muestreo.

La evaluación actual de la calidad del agua del río Cupatitzio y sus afluentes se realizará con base a los resultados del monitoreo, los usos del agua, los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua (CE-CCA-001/89). Para los parámetros no definidos en los CE-CCA-001/89, se utilizarán los criterios o estándares de otros países, para lo cual se realizará una investigación bibliográfica para recopilación de dichos límites máximos y se elaborará un cuadro comparativo. Así mismo, se hará una evaluación a partir de indicadores de calidad del agua como son la DBO₅, DQO, SST, Toxicidad Aguda de la CONAGUA.

Se evaluará el cumplimiento de las descargas de aguas residuales con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, con base en los resultados del monitoreo de las descargas, la información proporcionada por los organismos operadores y los usos del agua del río Cupatitzio y sus afluentes.

Se determinará la carga contaminante en kg/d por parámetro, grupos de parámetros, por descarga y tipo (municipal, no municipal, que incluye el desglose en industrial por giro y servicios) y por zona del río Cupatitzio. Este cálculo se realizará con todos los parámetros cuya concentración se expresa en mg/L.

Se determinará la tasa de crecimiento y el incremento de la población, por periodos de cinco años, de las localidades más importantes, ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio.

Se estimará el crecimiento de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, con base a los resultados de la estimación del crecimiento de la población y los planes de crecimiento de las descargas no municipales, respectivamente; el volumen

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

de dotación diaria de agua, la cobertura de las redes de agua potable y alcantarillado.

Se elaborará una base de datos con los resultados obtenidos del estudio y los proporcionados por los organismos operadores, de acuerdo a las indicaciones de la CONAGUA.

Diagnóstico de Calidad del Agua

Se elaborará un diagnóstico de la calidad del agua con base en los análisis y evaluación de la información histórica y la obtenida en el estudio. El diagnóstico de calidad del agua deberá incluir las tendencias de calidad del agua del río Cupatitzio y sus afluentes, disponibilidad del agua en función de los usos del recurso y la calidad actual del mismo, principales fuentes de contaminación del río Cupatitzio, cargas contaminantes vertidas a éste, por las diversas fuentes puntuales de contaminación, el posible efecto de las fuentes difusas de contaminación y la geología de la zona de estudio.

Realizar la representación gráfica en un sistema de información geográfica (SIG-ArcView) de los indicadores calculados y representación cartográfica de los siguientes aspectos: cuenca e hidrografía (considera el y/o los cuerpo(s) de agua clasificado(s); hidrografía, municipios, localidades, estaciones de monitoreo y división de los cuerpos de agua por zonas; hidrografía, estaciones de monitoreo (estaciones hidrométricas y estaciones de la RNM) y descargas de aguas residuales; hidrografía, plantas de tratamiento de aguas residuales y descargas de aguas residuales con fotografías; e hidrografía e indicadores de calidad del agua, entre otros.

Se incluirán los resultados de las evaluaciones de la eficiencia de remoción de contaminantes de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Se incluirá un análisis que indique si la calidad del agua del río Cupatitzio es consecuencia de las fuentes puntuales de contaminación y el manejo del recurso del propio río o se deben considerar otras fuentes de contaminación. En el diagnóstico se debe hacer mención de los principales contaminantes encontrados en el río Cupatitzio y sus afluentes y aquellos que son vertidos por fuentes puntuales de contaminación, y sus posibles efectos a la salud y al ecosistema.

Informes Parciales y Final

Elaborar los informes parciales y final de acuerdo al formato establecido por el personal de CONAGUA. En el caso del informe final se elaborarán dos modalidades: en extenso y un resumen ejecutivo no mayor de 10 hojas.

Estos informes serán independientes a los que solicite el CONACYT como seguimiento de avance.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Productos Esperados

Productos intermedios

Durante el desarrollo del estudio se entregarán dos informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad y tomar como base el modelo de contenido propuesto por personal de la CONAGUA. Sin embargo, de acuerdo al plan de pagos, el número de informes parciales puede incrementarse. Cabe aclarar que dichos informes se considerarán como requisito para el pago de la estimación correspondiente.

De cada informe parcial se entregarán una impresión original y una copia, así como en medio magnético.

Los informes parciales serán revisados por personal de la CONAGUA y se entregarán las observaciones correspondientes para su inclusión, y que tendrán que verse reflejadas en el informe final.

Productos finales

Se elaborará un informe final y un resumen ejecutivo. El contenido del informe final y del resumen ejecutivo será definido por personal de la CONAGUA. 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

Anexos

- A. Planes de muestreo
- B. Resultados de análisis de campo y laboratorio de calidad del agua, hojas de campo y cadenas de custodia
- C. Base de datos
- D. Registro fotográfico
- E. Esquema unifilar de la hidrografía del río, sus afluentes y descargas de aguas residuales
- F. Proyecto de ArcView con los sitios de monitoreo

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

El contenido de cada capítulo será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión del informe final una impresión original, una copia impresa y una copia en medio magnético.

En cuanto al resumen ejecutivo, el contenido será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión una impresión original, una copia y una copia en medio magnético.

Una vez revisado y aprobado el informe final se entregarán 3 (tres) originales a color, así como 3 (tres) respaldos en discos compactos y 3 (tres) respaldos en Unidades de Almacenamiento Magnético de Información (USB). Para la edición del informe se utilizará Microsoft Office 2010. Todos los archivos magnéticos deberán entregarse en formato que la CONAGUA pueda trabajar directamente con la información. Se deben proporcionar dos juegos originales de las cartas topográficas de INEGI de la zona de estudio en la escala 1:50,000.

Informes de Trabajos de Campo y Resultados de Análisis de Calidad del Agua

Los informes originales de resultados de calidad del agua del o los laboratorios que realizaron los análisis y en su caso la solicitud de aclaraciones y su respuesta. Los planes de muestreo de cada campaña con sus respectivas hojas de campo y cadenas de custodia. Los informes de resultados de las mediciones de campo de calidad del agua y aforo.

Posters

Diseñar y entregar cuatro posters originales de tamaño ISO A0 (841 x 1189 mm) con el esquema del río Cupatitzio, en el que se muestren las zonas y segmentos en que se dividió el río para su modelación, las distancias entre cada uno de ellos, la calidad del agua, problemas de contaminación particulares, fotografías, sitios de muestreo, etcétera. El diseño se realizara en coordinación con el personal de la CONAGUA.

Base de datos de estaciones hidrométricas

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todas las estaciones hidrométricas de la cuenca hidrológica del río Cupatitzio con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Las coordenadas de cada estación deberán estar en coordenadas geográficas con DATUM ITRF – 92.
- Adicionalmente se deberá entregar un archivo en formato shapefile generado en ArcView 9.3 o posterior, el cual contendrá las estaciones hidrométricas de la base de datos.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Base de datos de sitios de monitoreo

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todos los sitios de monitoreo de la cuenca hidrológica del río Cupatitzio con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, se elaborará una base de datos de las campañas de muestreo y aforo, con los caudales y parámetros determinados en campo y laboratorio, en descargas de aguas residuales, cuerpos de agua y afluentes y aprovechamientos, agrupando los registros por zona en que se dividió el cuerpo de agua para su estudio.
- Se elaborará una base de datos extremos, de las campañas de muestreo y aforo, para representar la situación más crítica probable de contaminación, con las mayores concentraciones de contaminantes determinadas, y con los caudales más altos en las descargas y más bajos en los cuerpos de agua.

Mecanismos de Transferencia

Se llevará a cabo una exposición ante personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- Estudio de calidad del agua enfatizando la metodología aplicada en la realización de los trabajos realizados

Se deberá capacitar al personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- En el manejo de las bases de datos que deberán elaborarse en Access.
- En el manejo del sistema de información geográfico y la información representada en él.

Se instalará en el equipo de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- Proyectos de ArcView y posters elaborados.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Requerimientos y Mecanismos de Transferencia de la Información

Demanda 6: Análisis de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla, sus afluentes y descargas de aguas residuales.

Evaluación prospectiva de la zona de estudio

Para el reconocimiento del área de estudio, se realizará una visita prospectiva, en coordinación con el personal de la Gerencia de Calidad del Agua y el Organismo de Cuenca Balsas, esto con el fin de reconocer los sitios de monitoreo, los accesos a éstos, medir los tiempos de recorrido, determinar el método que se aplicará para medir el gasto en cada uno de los sitios. Se establecerán contactos con autoridades estatales, regionales y/o locales, Organismos Operadores de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Organismo de Cuenca Balsas de la CONAGUA y particulares para la realización de los trabajos. Esta visita se realizará una vez hecha la revisión, en gabinete, de los antecedentes sobre la cuenca hidrográfica, localización de las principales localidades y sus descargas de aguas residuales, así como las descargas de aguas residuales no municipales (industriales y servicios).

Durante la visita se deberán determinar las coordenadas geográficas de cada sitio de monitoreo, con el uso de un geoposicionador de alta precisión, obteniendo los tres tipos de coordenadas para cada sitio (UTM, geográficas y decimales) así como su altitud con respecto al nivel medio del mar. Se tomarán fotografías digitales de cada uno de los sitios visitados.

Recopilación de Información.

Se recopilará información general (hidrografía superficial y subterránea, geología, uso del suelo, vegetación, fauna, clima, uso de agroquímicos, distritos de riego, actividad económica y sitios de disposición de residuos sólidos), hidrométrica, de calidad del agua, de infraestructura hidráulica y de saneamiento y socioeconómica del área de estudio. Se obtendrá la copia de la declaratoria de propiedad nacional del río Cuautla y sus afluentes, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Se recopilarán las Condiciones Particulares de Descarga, de los usuarios de los cuerpos de agua en estudio, en los Organismos de Cuenca y en las Direcciones Locales correspondientes, y se integrarán en el presente estudio copias electrónicas de dichos documentos, en formato pdf.

Identificar todas las estaciones hidrométricas que se ubican en el río Cuautla y sus afluentes y en particular aquellas que coinciden con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua. La información hidrométrica debe incluir la que contiene la última versión del programa BANDAS elaborado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

(IMTA). La información de población y actividades económicas debe obtenerse de la generada por el INEGI. La información climatológica (precipitación, presión, altura y temperatura), de coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento debe ser la que genera la CONAGUA y complementada, en su caso, con la del INEGI. La cartografía digital debe estar actualizada y corresponder a la que maneja INEGI, en proyectos ArcView 9.3 ó superior en archivos shp, en escala 1:250,000 o 1:50,000. La información de las descargas de aguas residuales e infraestructura de saneamiento e hidráulica debe consultarse de los inventarios que elabora la CONAGUA. La información correspondiente a la hidrografía, geología, topografía, uso del suelo, vegetación y fauna, se tomará de la que genera el INEGI o en su caso de otras dependencias del Gobierno Federal (CONAFOR, SAGARPA, etc.), Estatal y Municipal, o Centros de Enseñanza Superior e Investigación que puedan contar con ella.

Se deberán adquirir las cartas topográficas digitales de INEGI 1:50,000 para ubicación del río Cuautla y sus afluentes, y las poblaciones de la cuenca correspondiente.

La información de calidad del agua del río Cuautla y sus afluentes se recopilará de la base de datos del Sistema de Información de la Calidad del Agua (SICA) de la CONAGUA. La información específica sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, en cuanto a los procesos y eficiencias de operación y remoción de contaminantes, se obtendrá con el organismo operador de cada uno de ellos.

La información histórica de calidad del agua, saneamiento, hidrométrica y climatológica debe corresponder a los últimos diez años.

Programa de Muestreo y Aforo

Se elaborará la representación esquemática a escala, del sistema en estudio, que servirá de base para el programa de muestreo y aforo final, y la realización de las campañas de muestreo y aforo. Este esquema debe incluir: cuerpos de agua y afluentes, división de los cuerpos de agua en zonas y elementos diferenciales, coordenadas geográficas de inicio y final de cada zona, coordenadas geográficas del inicio y confluencia de los afluentes, kilometraje de inicio y final de cada zona, descargas de aguas residuales municipales y no municipales, aprovechamientos, presas, plantas de tratamiento de aguas residuales, dirección del flujo de agua, sitios de muestreo y aforo, simbología, fotos de los principales sitios de muestreo, y datos generales; como base para la evaluación de la calidad del agua y la entrada de datos del modelo matemático.

Se realizarán tres campañas de muestreo y aforo en la época de estiaje. Se tomarán muestras simples. El número de sitios en los que se tomarán muestras de agua y medirá el gasto es de 30, los cuales están ubicados de la siguiente manera:

- 15 en descargas de aguas residuales municipales y no municipales
- 9 (nueve) en el río Cuautla
- 6 (seis) en afluentes

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

En todos los casos los parámetros a determinar o analizar son: **en campo**, pH, temperatura del agua y del ambiente, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloro residual, turbiedad, materia flotante; **en el laboratorio**, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (total y disuelta), demanda química de oxígeno (total y disuelta), carbón orgánico total, carbón orgánico disuelto, carbón orgánico suspendido, cianuros totales, sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, nitrógeno en todas sus formas (amoniacal, orgánico, NTK, nitratos, nitritos y total), fósforo total, fósforo orgánico, fósforo inorgánico disuelto y ortofosfatos, grasas y aceites, dureza total, color verdadero, cloruros, sulfatos, sulfuros, fluoruros, sustancias activas al azul de metileno, coliformes fecales, aluminio total, arsénico total, berilio total, boro, cadmio total, cobre total, cromo total, cromo hexavalente, fierro total, mercurio total, níquel total, plomo total, selenio total, zinc total, relación de adsorción de sodio (RAS-calcio, magnesio y sodio), fenoles totales, toxicidad (*Vibrio fischeri*) e indicadores bentónicos.

NOTA: Los metales serán determinados a través del método de ICP (ISO 11885)

En 12 sitios se incluirá la determinación de los siguientes compuestos orgánicos sintéticos:

EPA-8260B-1996

Benceno, 1,2 dicloroetano, etilbenceno, tolueno, 1,1,1 tricloroetano, 1,1,2 tricloroetano, etilbenceno,

EPA-8270D-1998

bis (2-etilhexil)ftalato, cloroformo, 1,2 diclorobenceno, 1,3 diclorobenceno, 1,4 diclorobenceno, naftaleno, pentaclorofenol, fenol, tolueno, 2,4,5-triclorofenol, 2,4,6-Triclorofenol,

EPA-8082-1996

Bifenilos policlorados

EPA-8310-1986

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

NOTA: Cabe mencionar que se deberán reportar además de los compuestos solicitados, todos aquellos que se obtengan de la aplicación de los métodos analíticos EPA-8260B-1996 y EPA-8270D-1998.

NOTA: La CONAGUA entregará en su momento un archivo magnético con las claves y nombres de cada uno de los sitios que serán monitoreados.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Trabajos de muestreo, aforo y análisis de calidad del agua

Plan de muestreo y aforo

Previo a la realización de los trabajos de monitoreo, se deberá elaborar y entregar a la CONAGUA el plan de muestreo para su revisión y aprobación. El plan deberá contener por lo menos la siguiente información: Nombre del estudio, No. de campaña, periodo de realización de los trabajos, el número de brigadas, los nombres de sus integrantes, las actividades a desarrollar por cada uno de ellos, lista de material, equipos, reactivos a ocupar, copias de las hojas de las cadenas de custodia y hoja de registro de mediciones de campo (parámetros de calidad del agua y medición del gasto). En una tabla indicar el parámetro a muestrear, tipo de envase (plástico, vidrio, color ámbar), volumen de muestra y su conservación (hielo, ácidos y bases).

Control de calidad del monitoreo y análisis de calidad del agua

Los trabajos de muestreo, aforo y análisis de calidad del agua deberán ser realizados por laboratorios y personal acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación y aprobado por la Comisión Nacional del Agua. Se deberán presentar los documentos que comprueben dichos requisitos en la propuesta técnica que se proponga.

Las técnicas y los límites de cuantificación aplicadas en el análisis de las muestras de agua deberán permitir obtener resultados que se puedan evaluar con respecto a los límites máximos y mínimos permisibles, establecidos tanto en las NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-127-SSA1-1994, así como en los CE-CCA-001-89. Para el caso de metales éstos se debe determinar a través de horno de grafito. El o los laboratorios que realicen los análisis deben indicar en los reportes de resultados correspondientes, los valores de certidumbre, los límites de detección y de cuantificación, los valores del intervalo de trabajo y el mínimo cuantificable (para los métodos no instrumentales). Se entregarán los cromatogramas (compuestos orgánicos) y curvas de calibración (metales) y las respectivas hojas de resultados de ambos.

La medición del gasto deberá realizarse con el método más adecuado (sección velocidad, volumen-tiempo, molinete, etc.) conforme a la condición que se presente en cada sitio que será aforado. El método de aforo que sea aplicado en cada sitio deberá ser mencionado en el formato de campo correspondiente.

En los sitios ubicados en el río y sus afluentes se deberá determinar la sección.

NOTA: Durante la realización de cada una de las campañas de monitoreo se deberán tomar fotografías digitales de las actividades realizadas: medición de los parámetros de campo, medición del gasto y recolección de muestras, en cada uno de los sitios de

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

monitoreo ubicados en el río La Laja, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales. Las fotos deben considerar diferentes ángulos (vista de frente, conforme fluye la descarga hacia aguas abajo, de lado derecho e izquierdo, y si es posible de vista en planta).

Revisión de los resultados de calidad del agua

Los informes de resultados de calidad del agua obtenidos en campo y laboratorio, serán revisados con el fin de determinar si no existen errores de captura, así como la coherencia que existe entre algunos de ellos (p.e. DBO-DQO, CE-SDT, etc, y la congruencia con los límites de detección y cuantificación reportados por el o los laboratorios). Para el caso de los metales y los compuestos orgánicos sintéticos, la revisión se apoyará con las curvas de calibración y cromatogramas. En el caso de que existan comentarios a los informes, éstos deberán ser informados al laboratorio para que éste realice lo correspondiente. El reporte de comentarios y la respuesta del laboratorio serán anexados al informe de resultados del laboratorio.

NOTA: El informe de resultados del laboratorio deberá contener además de los resultados, el plan de muestreo, los formatos llenos con las mediciones hechas en campo (parámetros de calidad del agua y medición del gasto) y la cadena de custodia (entrega-recepción de muestras de agua al laboratorio), de cada una de las campañas de monitoreo.

Base de Datos de Resultados de las Mediciones de Campo y Laboratorio

Todos los resultados de las mediciones de calidad del agua determinados en campo y laboratorio deberán integrarse en una base de datos usando el programa Excel. El formato de la base de datos será proporcionado por la CONAGUA. En la base se incluirán los datos correspondientes a gasto, fecha y hora de muestreo y aforo, coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel medio del mar. Todos los resultados de los parámetros reportados en unidades de masa-volumen, deberán integrarse en la base de datos en las unidades de mg/L.

Análisis y Evaluación de la Información.

La representación esquemática a escala, del sistema en estudio, será la base para la evaluación de la calidad del agua y para la entrada de datos del modelo matemático.

Para el caso del río Cuautla, sus afluentes y derivaciones, se realizarán análisis estadísticos de la información histórica y la información producto de este estudio para evaluar la calidad del agua y su problemática de contaminación. Con relación a la información histórica de calidad del agua calcular los estadísticos: máximo, mínimo, promedio, promedio ponderado, error estándar, desviación estándar, percentiles 10, 25, 75 y 90, límites de confianza y la mediana, de cada uno de los parámetros de calidad del agua, por estación de monitoreo, por año y por época de lluvias y estiaje. La evaluación y

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

análisis se hará con base en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) o estándares o criterios internacionales y utilizando los indicadores de calidad del agua correspondientes a la DBO₅, DQO, SST y Toxicidad Aguda de la CONAGUA.

Para el caso de la información hidrométrica realizar una evaluación y análisis histórico de la hidrometría del río Cuautla y sus afluentes, a partir de los promedios mensuales, estacionales y anuales. Determinar los 7 días consecutivos con el promedio más bajo de precipitación en los últimos 10 años.

La evaluación y análisis de la eficiencia de remoción de contaminantes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, se hará a partir de la información de calidad del agua con que cuenten dichos sistemas y que sea proporcionada por el organismo operador correspondiente. Se describirán los trenes de tratamiento de aguas residuales y de lodos, las características de éstos, su producción diaria y su disposición final. Se mencionarán los productos químicos y las dosis utilizadas en el tratamiento.

Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, se calcularán los siguientes estadísticos (máximo, mínimo, promedio, mediana y desviación estándar). Determinar el caudal promedio mensual que se registra en las estaciones hidrométricas correspondiente al mes en el que se realizó el muestreo.

La evaluación actual de la calidad del agua del río Cuautla y sus afluentes se realizará con base a los resultados del monitoreo, los usos del agua, los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua (CE-CCA-001/89). Para los parámetros no definidos en los CE-CCA-001/89, se utilizarán los criterios o estándares de otros países, para lo cual se realizará una investigación bibliográfica para recopilación de dichos límites máximos y se elaborará un cuadro comparativo. Así mismo, se hará una evaluación a partir de indicadores de calidad del agua como son la DBO₅, DQO, SST, Toxicidad Aguda de la CONAGUA.

Se evaluará el cumplimiento de las descargas de aguas residuales con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, con base en los resultados del monitoreo de las descargas, la información proporcionada por los organismos operadores y los usos del agua del río Cuautla y sus afluentes.

Se determinará la carga contaminante en kg/d por parámetro, grupos de parámetros, por descarga y tipo (municipal, no municipal, que incluye el desglose en industrial por giro y servicios) y por zona del río Cuautla. Este cálculo se realizará con todos los parámetros cuya concentración se expresa en mg/L.

Se determinará la tasa de crecimiento y el incremento de la población, por periodos de cinco años, de las localidades más importantes, ubicadas en la cuenca del río Cuautla.

Se estimará el crecimiento de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, con base a los resultados de la estimación del crecimiento de la población y

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

los planes de crecimiento de las descargas no municipales, respectivamente; el volumen de dotación diaria de agua, la cobertura de las redes de agua potable y alcantarillado.

Se elaborará una base de datos con los resultados obtenidos del estudio y los proporcionados por los organismos operadores, de acuerdo a las indicaciones de la CONAGUA.

Diagnóstico de Calidad del Agua

Se elaborará un diagnóstico de la calidad del agua con base en los análisis y evaluación de la información histórica y la obtenida en el estudio. El diagnóstico de calidad del agua deberá incluir las tendencias de calidad del agua del río Cuautla y sus afluentes, disponibilidad del agua en función de los usos del recurso y la calidad actual del mismo, principales fuentes de contaminación del río Cuautla, cargas contaminantes vertidas a éste, por las diversas fuentes puntuales de contaminación, el posible efecto de las fuentes difusas de contaminación y la geología de la zona de estudio.

Realizar la representación gráfica en un sistema de información geográfica (SIG-ArcView) de los indicadores calculados y representación cartográfica de los siguientes aspectos: cuenca e hidrografía (considera el y/o los cuerpo(s) de agua clasificado(s); hidrografía, municipios, localidades, estaciones de monitoreo y división de los cuerpos de agua por zonas; hidrografía, estaciones de monitoreo (estaciones hidrométricas y estaciones de la RNM) y descargas de aguas residuales; hidrografía, plantas de tratamiento de aguas residuales y descargas de aguas residuales con fotografías; e hidrografía e indicadores de calidad del agua, entre otros.

Se incluirán los resultados de las evaluaciones de la eficiencia de remoción de contaminantes de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Se incluirá un análisis que indique si la calidad del agua del río Cuautla es consecuencia de las fuentes puntuales de contaminación y el manejo del recurso del propio río o se deben considerar otras fuentes de contaminación. En el diagnóstico se debe hacer mención de los principales contaminantes encontrados en el río Cuautla y sus afluentes y aquellos que son vertidos por fuentes puntuales de contaminación, y sus posibles efectos a la salud y al ecosistema.

Informes Parciales y Final

Elaborar los informes parciales y final de acuerdo al formato establecido por el personal de CONAGUA. En el caso del informe final se elaborarán dos modalidades: en extenso y un resumen ejecutivo no mayor de 10 hojas.

Estos informes serán independientes a los que solicite el CONACYT como seguimiento de avance.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Productos Esperados

Productos intermedios

Durante el desarrollo del estudio se entregarán dos informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad y tomar como base el modelo de contenido propuesto por personal de la CONAGUA. Sin embargo, de acuerdo al plan de pagos, el número de informes parciales puede incrementarse. Cabe aclarar que dichos informes se considerarán como requisito para el pago de la estimación correspondiente.

De cada informe parcial se entregarán una impresión original y una copia, así como en medio magnético.

Los informes parciales serán revisados por personal de la CONAGUA y se entregarán las observaciones correspondientes para su inclusión, y que tendrán que verse reflejadas en el informe final.

Productos finales

Se elaborará un informe final y un resumen ejecutivo. El contenido del informe final y del resumen ejecutivo será definido por personal de la CONAGUA. 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

Anexos

- G. Planes de muestreo
- H. Resultados de análisis de campo y laboratorio de calidad del agua, hojas de campo y cadenas de custodia
- I. Base de datos
- J. Registro fotográfico
- K. Esquema unifilar de la hidrografía del río, sus afluentes y descargas de aguas residuales
- L. Proyecto de ArcView con los sitios de monitoreo

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

El contenido de cada capítulo será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión del informe final una impresión original, una copia impresa y una copia en medio magnético.

En cuanto al resumen ejecutivo, el contenido será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión una impresión original, una copia y una copia en medio magnético.

Una vez revisado y aprobado el informe final se entregarán 3 (tres) originales a color, así como 3 (tres) respaldos en discos compactos y 3 (tres) respaldos en Unidades de Almacenamiento Magnético de Información (USB). Para la edición del informe se utilizará Microsoft Office 2010. Todos los archivos magnéticos deberán entregarse en formato que la CONAGUA pueda trabajar directamente con la información. Se deben proporcionar dos juegos originales de las cartas topográficas de INEGI de la zona de estudio en la escala 1:50,000.

Informes de Trabajos de Campo y Resultados de Análisis de Calidad del Agua

Los informes originales de resultados de calidad del agua del o los laboratorios que realizaron los análisis y en su caso la solicitud de aclaraciones y su respuesta. Los planes de muestreo de cada campaña con sus respectivas hojas de campo y cadenas de custodia. Los informes de resultados de las mediciones de campo de calidad del agua y aforo.

Posters

Diseñar y entregar cuatro posters originales de tamaño ISO A0 (841 x 1189 mm) con el esquema del río Cuautla, en el que se muestren las zonas y segmentos en que se dividió el río para su modelación, las distancias entre cada uno de ellos, la calidad del agua, problemas de contaminación particulares, fotografías, sitios de muestreo, etcétera. El diseño se realizara en coordinación con el personal de la CONAGUA.

Base de datos de estaciones hidrométricas

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todas las estaciones hidrométricas de la cuenca hidrológica del río Cuautla con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Las coordenadas de cada estación deberán estar en coordenadas geográficas con DATUM ITRF – 92.
- Adicionalmente se deberá entregar un archivo en formato shapefile generado en ArcView 9.3 o posterior, el cual contendrá las estaciones hidrométricas de la base de datos.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Base de datos de sitios de monitoreo

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todos los sitios de monitoreo de la cuenca hidrológica del río Cuautla con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, se elaborará una base de datos de las campañas de muestreo y aforo, con los caudales y parámetros determinados en campo y laboratorio, en descargas de aguas residuales, cuerpos de agua y afluentes y aprovechamientos, agrupando los registros por zona en que se dividió el cuerpo de agua para su estudio.
- Se elaborará una base de datos extremos, de las campañas de muestreo y aforo, para representar la situación más crítica probable de contaminación, con las mayores concentraciones de contaminantes determinadas, y con los caudales más altos en las descargas y más bajos en los cuerpos de agua.

Mecanismos de Transferencia

Se llevará a cabo una exposición ante personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- Estudio de calidad del agua enfatizando la metodología aplicada en la realización de los trabajos realizados.

Se deberá capacitar al personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- En el manejo de las bases de datos que deberán elaborarse en Access.
- En el manejo del sistema de información geográfico y la información representada en él.

Se instalará en el equipo de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- Proyectos de ArcView y posters elaborados.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Requerimientos y Mecanismos de Transferencia de la Información

Demanda 7: Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo, Quintana Roo.

Evaluación Prospectiva de la Zona de Estudio.

Se realizará una visita prospectiva a la zona de estudio donde se identificarán en el río Hondo y sus principales afluentes, los aprovechamientos, las fuentes puntuales de contaminación (descargas de aguas residuales), la bahía de Chetumal (desembocadura del río Hondo) y los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales. Se seleccionará la ubicación de los sitios de muestreo y aforo y se procederá a la determinación de sus coordenadas geográficas de ubicación, incluyendo la altitud, mediante sistema de posicionamiento geográfico con una aproximación menor a cuatro metros. La selección de los sitios de monitoreo deberá considerar el propósito tanto para la modelación de calidad del agua. Se identificarán los accesos a los sitios de muestreo y aforo y se estimarán los tiempos para desarrollar las actividades de muestreo y aforo. La selección de los sitios se realizará en coordinación con personal de la CONAGUA. Se establecerán contactos con autoridades estatales, regionales y/o locales, Organismos Operadores de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Organismo de Cuenca Península de Yucatán y Dirección Local Quintana Roo de la CONAGUA y particulares para la realización de los trabajos. Con base en la información de campo se seccionará el río Hondo en zonas. Esta visita se realizará una vez hecha la revisión, en gabinete, de los antecedentes sobre la cuenca hidrográfica del río Hondo, localización de las principales localidades y sus descargas de aguas residuales, así como las descargas de aguas residuales no municipales (industriales y servicios) y sitios de disposición de residuos sólidos.

En la visita prospectiva y en las campañas de muestreo y aforo se deberán tomar fotografías con cámara digital de los sitios de muestreo en el río Hondo, sus afluentes, aprovechamientos y de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como de los trabajos de campo a realizar. Dichas fotografías integrarán un anexo del informe final y deberán entregarse también en medio magnético.

Recopilación de Información.

Se recopilará información general (hidrografía superficial y subterránea, geología, topografía, uso del suelo, vegetación, fauna, clima, grupos hidrológicos de suelo, uso de agroquímicos, actividad agropecuaria y forestal, sitios de disposición de residuos sólidos), hidrométrica, hidrodinámica de la bahía de Chetumal, carta de mareas, de calidad del agua, de infraestructura hidráulica y de saneamiento y socioeconómica del área de estudio. Se obtendrá la copia de la declaratoria de propiedad nacional del río Hondo, publicada en el Diario Oficial de la Federación. Guías y/o Criterios para la evaluación de sedimentos de agua dulce y aguas costeras.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Se recopilarán las declaratorias de propiedad nacional del cuerpo de agua en estudio y sus principales afluentes, publicadas en el Diario Oficial de la Federación, así como las Condiciones Particulares de Descarga, de los usuarios de los cuerpos de agua en estudio, en el Organismo de Cuenca y en la Dirección Local correspondientes, y se integrarán en el presente estudio copias electrónicas de dichos documentos, en formato pdf.

Identificar todas las estaciones hidrométricas que se ubican en el río Hondo y sus afluentes y en particular aquellas que coinciden con las estaciones de monitoreo de la calidad del agua. La información hidrométrica debe incluir la que contiene la última versión del programa BANDAS de la CONAGUA. La información de población y actividades económicas debe obtenerse de la generada por el INEGI. La información climatológica (precipitación, presión, altura y temperatura), de coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento debe ser la que genera la CONAGUA y complementada, en su caso, con la del INEGI; en el caso de la información climatológica se deberá consultar la reportada en la última versión del programa denominado ERIC. La cartografía digital debe estar actualizada y corresponder a la que maneja INEGI, en proyectos ArcView 9.3 ó superior en archivos shp, en escala 1:250,000 o 1:50,000. La cobertura de suelo puede ser derivada de Imágenes aéreas de alta resolución. La información de las descargas de aguas residuales e infraestructura de saneamiento e hidráulica debe consultarse de los inventarios que elabora la CONAGUA. La información correspondiente a la hidrografía, geología, topografía, uso del suelo, vegetación y fauna, se tomará de la que genera el INEGI o en su caso de otras dependencias del Gobierno Federal (CONAFOR, SAGARPA, etc.), Estatal y Municipal, o Centros de Enseñanza Superior e Investigación que puedan contar con ella.

Se deberán adquirir las cartas topográficas digitales de INEGI 1:50,000 para ubicación del río Hondo y sus afluentes, y las poblaciones de la cuenca correspondiente.

La información de calidad del agua del río Hondo y sus afluentes se recopilará de la base de datos del Sistema de Información de la Calidad del Agua (SICA) de la CONAGUA. La información específica sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, en cuanto a los procesos y eficiencias de operación y remoción de contaminantes, se obtendrá con el organismo operador de cada uno de ellos.

La información histórica de calidad del agua, saneamiento, hidrométrica y climatológica debe corresponder a los últimos diez años.

La información de las redes hidrométricas y calidad del agua será la correspondiente a los últimos 10 años. Las de las descargas de aguas residuales será la de los últimos seis meses.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

Programa de Muestreo y Aforo.

Sitios de Monitoreo (Muestreo y Aforo)

Se monitorearán (muestreo y aforo) no menos de 35 sitios, los cuales estarán distribuidos de la siguiente forma:

Para agua

Río Hondo, afluentes y derivaciones: **22 sitios**

Bahía de Chetumal: **4 (tres) sitios**

Descargas de aguas residuales, municipales y no municipales, que descargan directa e indirectamente al río Hondo: **9 sitios**

Para sedimentos

Río Hondo y afluentes: **8 sitios**

Se elaborará un esquema unifilar de la hidrografía principal de la cuenca del río Hondo en la que se indique la ubicación de las principales poblaciones, estaciones de monitoreo de la RNMCA, estaciones hidrométricas, sitios de monitoreo establecidos para el estudio y canales de derivación. Deberá contener cuadro de simbología y nomenclatura.

Se elaborará una tabla (en Excel) en la que se indique el nombre de los sitios de monitoreo, su clave, coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel medio del mar. El nombre y clave de los sitios deberá estar asociado a su ubicación (descarga municipal, descarga industrial, río, afluente) y al nombre de la población, empresa o cuerpo de agua en el que esté ubicado.

La clave y nombre de los sitios de monitoreo serán los mismos a utilizar en todo el presente estudio, estudios relacionados, informes de resultados de campo y laboratorio, base de datos y anexos.

Se elaborará el plan de muestreo (agua y sedimentos) y aforo de cada una de las campañas de monitoreo el cual debe incluir los siguientes aspectos: croquis o mapa de la zona de estudio con la ubicación de los sitios de muestreo y sus nombres; calendario con fecha y hora de inicio de los trabajos diarios y de la entrega de muestras al o los laboratorios; parámetros a evaluar en campo y toma de muestras; el número de brigadas con los nombres de sus integrantes y las actividades que desarrollará cada uno; lista de material, equipos (marca y modelo) y reactivos a ocupar (marca y fecha de caducidad); copia de los formatos de registros de campo y cadena de custodia. Cada plan se entregará al personal de la CONAGUA, para su revisión y aprobación, dos semanas antes del inicio de cada campaña. En caso de no entregarse dicho plan, la CONAGUA se reserva el derecho de rechazar el muestreo y aforo de dicha campaña, debiendo realizarse nuevamente. Se debe elaborar un informe de los trabajos de muestreo (agua y

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

sedimentos) y aforo, el cual incluya los siguientes puntos: clave del sitio de muestreo, nombre del sitio de muestreo, fecha del muestreo, hora del muestreo, resultados de la medición de los parámetros de campo, coordenadas geográficas de ubicación, altitud, las incidencias ocurridas y fotografías de los sitios de muestreo debidamente identificadas.

Campañas de Muestreo y Aforo. Análisis de Muestras de Agua dulce.

Las campañas de monitoreo se realizarán en la época de estiaje. Se llevarán a cabo cuatro campañas de muestreo y aforo en el río Hondo, sus afluentes, fuentes puntuales de contaminación y la bahía de Chetumal. Se realizarán los análisis de los parámetros físicos, químicos inorgánicos, materia orgánica, compuestos orgánicos sintéticos, microbiológicos y toxicológicos de las muestras de agua del río Hondo, sus afluentes, así como de las fuentes puntuales de contaminación y para la evaluación de las fuentes difusas. Cabe mencionar que en todos los casos, incluyendo los aprovechamientos o derivaciones de agua de los cuerpos de agua, se deberá llevar a cabo la determinación del gasto. Los muestreos serán simples y puntuales en todos los sitios de monitoreo.

Los muestreos se realizarán en todos los sitios seleccionados en la visita prospectiva, y de conformidad con el personal de la CONAGUA sobre el río Hondo, sus afluentes, derivaciones, y fuentes puntuales de contaminación y las difusas, de acuerdo a la representación esquemática del sistema en estudio.

Se elaborará la representación esquemática a escala, del sistema en estudio, que servirá de base para el programa de muestreo y aforo final, y la realización de las campañas de muestreo y aforo. Este esquema debe incluir: cuerpos de agua y afluentes, división de los cuerpos de agua en zonas y elementos diferenciales, coordenadas geográficas de inicio y final de cada zona, coordenadas geográficas del inicio y confluencia de los afluentes, kilometraje de inicio y final de cada zona, descargas de aguas residuales municipales y no municipales, aprovechamientos, presas, plantas de tratamiento de aguas residuales, dirección del flujo de agua, sitios de muestreo y aforo, simbología, fotos de los principales sitios de muestreo, y datos generales; como base para la evaluación de la calidad del agua y la entrada de datos del modelo matemático, y para la simulación de escenarios de la regulación de las descargas.

En todos los casos los parámetros a determinar o analizar son: **en campo**, pH, temperatura del agua y del ambiente, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloro residual, turbiedad, materia flotante; **en el laboratorio**, alcalinidad total, demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (total y disuelta), demanda química de oxígeno (total y disuelta), carbón orgánico total, carbón orgánico disuelto, carbón orgánico suspendido, cianuros totales, sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, nitrógeno en todas sus formas (amoniaco, orgánico, NTK, nitratos, nitritos y total), fósforo total, fósforo orgánico, fósforo inorgánico disuelto y ortofosfatos, grasas y aceites, dureza total, color verdadero, cloruros, sulfatos, sulfuros, fluoruros, sustancias activas al azul de metileno, coliformes fecales, arsénico total, boro, cadmio total, cobre total, cromo total, cromo hexavalente, mercurio total, níquel total,

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

plomo total, zinc total, relación de adsorción de sodio (RAS-calcio, magnesio y sodio), fenoles totales, toxicidad (*Vibrio fischeri*) e indicadores biológicos (bentos).

NOTA: Se deberá determinar la longitud de la cuña salina con el fin de elegir las técnicas analíticas que se deberán aplicar en el análisis de las aguas, para evitar las interferencias causadas por las altas concentraciones de sales. Esto sólo aplica a las muestras que se tomen en aquellos sitios de monitoreo que queden dentro de la cuña salina.

NOTA: Los metales serán determinados a través del método de ICP (ISO 11885)

En los 12 sitios ubicados en el río Hondo y sus afluentes se determinarán adicionalmente plaguicidas clorados (EPA-8081A 1996) y fosforados (EPA-8141B-1998).

Los aforos se realizarán en todos los sitios de monitoreo del río Hondo, sus afluentes, aprovechamientos y/o derivaciones de agua y en las fuentes puntuales de contaminación (descargas de aguas residuales). Es importante resaltar que el muestreo y aforo en cada punto deberán realizarse de manera simultánea. Asimismo, se determinarán los parámetros ambientales requeridos por el modelo matemático (p.e. presión atmosférica, temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo, etc.), así como las características hidráulicas del río Hondo y sus afluentes (área de la sección transversal, velocidad del agua, tirante, pendiente, rugosidad, etc.) y se correlacionará el caudal con la velocidad media y la altura.

Es importante mencionar que las mediciones de campo (muestreo y aforo) deberán reportar la fecha y la hora en la que éstas se realizan.

Los trabajos de monitoreo (muestreo y aforo) y análisis de calidad del agua deberán ser realizados por laboratorios y personal acreditado ante la entidad mexicana de acreditación, A.C. (ema) y aprobado por la Comisión Nacional del Agua. En la propuesta técnica se deberán presentar los documentos que comprueben dichos requisitos.

Las técnicas analíticas y los límites de cuantificación que reporten el o los laboratorios que realicen las pruebas, deberán permitir evaluar los resultados con respecto a los valores más exigentes establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) u otros reconocidos internacionalmente, para el caso del río Hondo, sus afluentes, derivaciones, y descargas de aguas residuales. Además, indicarán en cada reporte de resultados, los valores de incertidumbre, los límites de detección y de cuantificación, los valores del intervalo de trabajo y el mínimo cuantificable (para los métodos no instrumentales). Se entregarán los cromatogramas (compuestos orgánicos) y curvas de calibración (metales) y las respectivas hojas de resultados de ambos.

Por otro lado, se deberá llevar a cabo la determinación de la ubicación geográfica (coordenadas UTM y geográficas), incluyendo la altitud, mediante un sistema de posicionamiento geográfico (geoposicionador) con una aproximación menor a cuatro

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

metros, de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales ubicadas en el área de estudio y se tomarán fotografías digitales de los mismos.

Durante la realización de cada una de las campañas de monitoreo se deberán tomar fotografías digitales de las actividades realizadas: medición de los parámetros de campo, medición del gasto, recolección, filtración, conservación y preservación de muestras, en cada uno de los sitios de monitoreo ubicados en el río Hondo, sus afluentes, aprovechamientos y descargas de aguas residuales municipales y no municipales. Las fotos deben considerar diferentes ángulos (vista de frente, conforme fluye la descarga hacia aguas abajo, de lado derecho e izquierdo, y si es posible de vista en planta).

Muestreo y Análisis de Sedimentos

El muestreo y análisis de sedimentos se realizarán conforme a las metodologías internacionales aplicables a esta matrix. Los parámetros a determinar a las muestras de sedimentos son: metales (arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc), plaguicidas clorados y fosforados, materia orgánica y composición granulométrica.

Muestreo y análisis de aguas costeras (bahía de Chetumal)

El muestreo y análisis de aguas costeras se realizarán conforme a las metodologías internacionales aplicables a esta matrix. Los sitios estarán ubicados dentro de los primeros 50 metros mar adentro de la bahía, con respecto a la playa.

Revisión de Resultados de Mediciones de Campo y Laboratorio

Los resultados de calidad del agua obtenidos en campo y laboratorio, deberán ser revisados con el fin de disminuir al mínimo errores de captura, así como la coherencia que existe entre parámetros básicos como las relaciones entre DBO-DQO, CE-SDT, entre otras, y la congruencia con los límites de detección y cuantificación reportados por el o los laboratorios. Para el caso de los metales y los compuestos orgánicos sintéticos, la revisión se apoyará con las curvas de calibración y cromatogramas. En el caso de que existan comentarios a los informes, éstos deberán ser informados al laboratorio para que éste realice lo correspondiente. El reporte de comentarios y la respuesta del laboratorio serán anexados al informe de resultados del laboratorio.

El informe de resultados del laboratorio deberá contener además de los resultados, el plan de muestreo, los formatos llenos con las mediciones hechas en campo (parámetros de calidad del agua y medición del gasto) y la cadena de custodia (entrega-recepción de muestras de agua al laboratorio), de cada una de las campañas de monitoreo.

Base de Datos de Resultados de las Mediciones de Campo y Laboratorio

Todos los resultados de las mediciones de calidad del agua determinados en campo y laboratorio deberán integrarse en una base de datos usando el programa Excel. El formato de la base de datos será proporcionado por la CONAGUA. En la base se incluirán los datos correspondientes a gasto, fecha y hora del muestreo y aforo, coordenadas geográficas y altitud sobre el nivel medio del mar. Todos los resultados de

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

los parámetros reportados en unidades de masa-volumen, deberán integrarse en la base de datos en las unidades de mg/L. Los resultados de sedimentos se integrarán en una base de datos usando el programa Excel. La base será conformada de manera similar a la de los resultados de calidad de agua dulce. Los resultados de calidad del agua de la zona costera (bahía de Chetumal) se integrarán en una base de datos usando el programa Excel. La base será conformada de manera similar a la de los resultados de calidad de agua dulce.

Análisis y Evaluación de la Información.

La representación esquemática a escala del sistema en estudio, será la base para la evaluación de la calidad del agua, para la entrada de datos del modelo matemático, y para la simulación de escenarios de la regulación de las descargas de aguas residuales.

Para el caso del río Hondo, sus afluentes y derivaciones, se realizarán análisis estadísticos de la información histórica y la información producto de este estudio para evaluar la calidad del agua y su problemática de contaminación. Con relación a la información histórica de calidad del agua calcular los estadísticos: máximo, mínimo, promedio, promedio ponderado, error estándar, desviación estándar, percentiles 10, 25, 75 y 90, límites de confianza y la mediana, de cada uno de los parámetros de calidad del agua, por estación de monitoreo, por año y por época de lluvias y estiaje. La evaluación y análisis se hará con base en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) o estándares o criterios internacionales y utilizando los indicadores de calidad del agua correspondientes a la DBO₅, DQO, SST y Toxicidad Aguada de la CONAGUA.

Para el caso de la información hidrométrica realizar una evaluación y análisis histórico de la hidrometría del río Hondo y sus afluentes, a partir de los promedios mensuales, estacionales y anuales. Determinar los 7 días consecutivos con el promedio más bajo de precipitación en los últimos 10 años.

La evaluación y análisis de la eficiencia de remoción de contaminantes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales, se hará a partir de la información de calidad del agua con que cuenten dichos sistemas y que sea proporcionada por el organismo operador correspondiente. Se describirán los trenes de tratamiento de aguas residuales y de lodos, las características de éstos, su producción diaria y su disposición final. Se mencionarán los productos químicos y las dosis utilizadas en el tratamiento.

Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio se calcularán los siguientes estadísticos (máximo, mínimo, promedio, mediana y desviación estándar). Determinar el caudal promedio mensual que se registra en las estaciones hidrométricas correspondiente al mes en el que se realizó el muestreo.

La evaluación actual de la calidad del agua del río Hondo y sus afluentes se realizará con base a los resultados del monitoreo, los proporcionados por la EPA, a través de la CILA-Río Hondo, los usos del agua, los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua (CE-CCA-

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

001/89). Para los parámetros no definidos en los CE-CCA-001/89, se utilizarán los criterios o estándares de otros países, para lo cual se realizará una investigación bibliográfica para recopilación de dichos límites máximos y se elaborará un cuadro comparativo. Así mismo, se hará una evaluación a partir de indicadores de calidad del agua como son la DBO₅, DQO, SST, Toxicidad Aguda de la CONAGUA.

Se evaluará el cumplimiento de las descargas de aguas residuales con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, con base en los resultados del monitoreo de las descargas y los usos del agua del río Hondo y sus afluentes.

Se determinará la carga contaminante en kg/d por parámetro, grupos de parámetros, por descarga y tipo (municipal, no municipal, que incluye el desglose en industrial por giro y servicios) y por zona del río Hondo. Este cálculo se realizará con todos los parámetros cuya concentración se expresa en mg/L.

Se determinará la tasa de crecimiento y el incremento de la población, por periodos de cinco años, de las localidades más importantes, ubicadas en la cuenca del río Hondo.

Se estimará el crecimiento de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, con base a los resultados de la estimación del crecimiento de la población y los planes de crecimiento de las descargas no municipales, respectivamente; el volumen de dotación diaria de agua, la cobertura de las redes de agua potable y alcantarillado.

Se elaborará una base de datos con los resultados obtenidos del estudio y los proporcionados por los organismos operadores de acuerdo a las indicaciones de la CONAGUA.

Los resultados correspondientes a sedimentos serán evaluados a través de las guías y/o criterios internacionales encontrados en la bibliografía internacional (por lo menos tres referencias).

Los resultados correspondientes a las aguas costeras (bahía de Chetumal) serán evaluados a través de las guías y/o criterios internacionales encontrados en la bibliografía internacional (por lo menos dos referencias).

Diagnóstico de Calidad del Agua

Se elaborará un diagnóstico de la calidad del agua con base en los análisis y evaluación de la información histórica y la obtenida en el estudio. El diagnóstico de calidad del agua deberá incluir las tendencias de calidad del agua del río Hondo y sus afluentes, disponibilidad del agua en función de los usos del recurso y la calidad actual del mismo, principales fuentes de contaminación del río Hondo, cargas contaminantes vertidas a éste, por las diversas fuentes puntuales de contaminación, el posible efecto de las fuentes

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

difusas de contaminación, los resultados obtenidos en los sedimentos y las aguas costeras de la bahía de Chetumal; y la geología de la zona de estudio.

Realizar la representación gráfica en un sistema de información geográfica (SIG-ArcView) de los indicadores calculados y representación cartográfica de los siguientes aspectos: cuenca e hidrografía (considera el y/o los cuerpo(s) de agua clasificado(s); hidrografía, municipios, localidades, estaciones de monitoreo y división de los cuerpos de agua por zonas; hidrografía, estaciones de monitoreo (estaciones hidrométricas y estaciones de la RNM) y descargas de aguas residuales; hidrografía, plantas de tratamiento de aguas residuales y descargas de aguas residuales con fotografías; e hidrografía e indicadores de calidad del agua, entre otros.

Se incluirán los resultados de las evaluaciones de la eficiencia de remoción de contaminantes de los procesos de tratamiento de aguas residuales. Se incluirá un análisis que indique si la calidad del agua del río Hondo es consecuencia de las fuentes puntuales de contaminación y el manejo del recurso del propio río o se deben considerar otras fuentes de contaminación. En el diagnóstico se debe hacer mención de los principales contaminantes encontrados en el río Hondo y sus afluentes y aquellos que son vertidos por fuentes puntuales de contaminación, y sus posibles efectos a la salud y al ecosistema.

Modelación Matemática de Calidad del Agua.

El modelo matemático propuesto para este estudio de los contaminantes, debe estar fundamentado, teniendo en cuenta lo siguiente: alcances y limitaciones, hipótesis en las que se basa, parámetros (del agua, del cuerpo de agua y el ambiente) y expresiones matemáticas que utiliza para la simulación matemática, calibración, aplicación que ha tenido en otros cuerpos de agua de características similares, cómo presenta y almacena los resultados, cómo resuelve las expresiones matemáticas utilizadas métodos de convergencia. Se puede optar por utilizar los modelos matemáticos empleados en la CONAGUA.

Dicho modelo matemático, y los proyectos de información geográfica, deberá ser implantado en el equipo de cómputo que designe la CONAGUA, para la operación y actualización de información de calidad del agua, por parte de ésta.

Se modelarán los siguientes parámetros, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, oxígeno disuelto, nitrógeno total (ciclo de nitrógeno), fósforo total (ciclo de fósforo), coliformes fecales y temperatura del agua, utilizando el modelo seleccionado para parámetros no conservativos. Se modelarán también sólidos suspendidos totales, arsénico, cadmio, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como los parámetros adicionales, como sólidos disueltos totales, sustancias activas al azul de metileno, y tóxicos orgánicos, cuyas concentraciones presentes sean superiores a los criterios de calidad del agua. Para estos parámetros se puede optar por un modelo simplificado para parámetros conservativos.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

En el proceso de modelación matemática se procederá a calibrar el modelo con los datos obtenidos en las campañas de muestreo y aforo en el cuerpo de agua, sus afluentes y fuentes de contaminación. Se determinará la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua, en cada zona, incluyendo datos, resultados y memoria de cálculo.

El modelo deberá de reproducir las concentraciones actuales de los contaminantes medidas en los cuerpos de agua. En el escenario inicial, el modelo deberá predecir las concentraciones de contaminantes en las corrientes principales, que se alcanzarían bajo el estricto cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, de acuerdo a los tipos de cuerpos de agua, establecidos para estos ríos, en la Ley Federal de Derechos. En el escenario intermedio, el modelo deberá predecir las concentraciones de contaminantes en las corrientes principales, que se alcanzarían bajo el estricto cumplimiento de la NOM-001, para ríos Tipo C más parámetros adicionales. En el escenario final, el modelo deberá calcular las concentraciones de contaminantes en las descargas de aguas residuales, por zona, necesarias para alcanzar las concentraciones de contaminantes que permitan la vida acuática saludable, tomando como base los criterios ecológicos de calidad del agua, CE-CCA-001/89. Este estudio incluirá también los resultados de la simulación de escenarios complementarios solicitados por la CONAGUA.

Los resultados de la modelación y simulación de escenarios de regulación de las descargas de aguas residuales se presentarán en las siguientes tablas: Carga actual de contaminantes, Límites máximos de descarga de contaminantes, Capacidad de asimilación y dilución de contaminantes, metas de calidad del agua, y guías para determinar condiciones particulares de descarga, para cada etapa de regulación. De manera gráfica se presentará las concentraciones de contaminantes alcanzadas en cada zona de los cuerpos de agua en cada etapa de regulación.

Informes Parciales y Final

Elaborar los informes parciales y final de acuerdo al formato establecido por el personal de CONAGUA. En el caso del informe final se elaborarán dos modalidades: en extenso y un resumen ejecutivo no mayor de 10 hojas.

Estos informes serán independientes a los que solicite el CONACYT como seguimiento de avance.

Productos Esperados

Productos intermedios

Durante el desarrollo del estudio se entregarán dos informes parciales que deberán contener el avance de cada actividad y tomar como base el modelo de contenido propuesto por personal de la CONAGUA. Sin embargo, de acuerdo al plan de pagos, el número de informes parciales puede incrementarse. Cabe aclarar que dichos informes se considerarán como requisito para el pago de la estimación correspondiente.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

De cada informe parcial se entregarán una impresión original y una copia, así como en medio magnético.

Los informes parciales serán revisados por personal de la CONAGUA y se entregarán las observaciones correspondientes para su inclusión, y que tendrán que verse reflejadas en el informe final.

Productos finales

Informe de los Estudios

Se elaborará un informe final y un resumen ejecutivo. El contenido del informe final y del resumen ejecutivo será definido por personal de la CONAGUA. 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 Hondo
 - 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 del río Hondo (CAD)
 - Metas de calidad del agua (M)
 - Modelo matemático para la clasificación del río Hondo
 - Hojas electrónicas de cálculo de LMD, CAD, M, CACTUAL y GUIAS
 - Conclusiones y Recomendaciones
- Bibliografía
- Anexos
 - A. Planes de muestreo
 - B. Resultados de análisis de campo y laboratorio de calidad del agua, hojas de campo y cadenas de custodia
 - C. Base de datos
 - D. Registro fotográfico
 - E. Esquema unifilar de la hidrografía del río, sus afluentes y descargas de aguas residuales
 - F. Proyecto de ArcView con los sitios de monitoreo
 - G. Presentación del estudio

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

El contenido de cada capítulo será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión del informe final una impresión original, una copia impresa y una copia en medio magnético. Una vez revisado por el personal de la CONAGUA, se realizará una presentación del mismo en el sitio que designe la CONAGUA. Se deberá incluir en los anexos del informe final el manual del usuario del modelo matemático utilizado y se instalará el mismo en un equipo de cómputo que designe el personal de la CONAGUA. Asimismo, se entregará un disco de instalación de dicho modelo y se dará una capacitación a personal que designe la CONAGUA para la utilización del mismo.

En cuanto al resumen ejecutivo, el contenido será definido por personal de la CONAGUA. Se entregará para revisión una impresión original, una copia y una copia en medio magnético.

Una vez revisado y aprobado el informe final se entregarán 4 (cuatro) originales a color, así como 4 (cuatro) respaldos en discos compactos y 4 (cuatro) respaldos en Unidades de Almacenamiento Magnético de Información (USB). Para la edición del informe se utilizará Microsoft Office 2010. Todos los archivos magnéticos deberán entregarse en formato que la CONAGUA pueda trabajar directamente con la información. Se deben proporcionar dos juegos originales de las cartas topográficas de INEGI de la zona de estudio en la escala 1:50,000.

Se integraran al informe final los anexos fotográfico y cartográfico.

Informes de Trabajos de Campo y Resultados de Análisis de Calidad del Agua

Los informes originales de resultados de calidad del agua del o los laboratorios que realizaron los análisis y en su caso la solicitud de aclaraciones y su respuesta. Los planes de muestreo de cada campaña con sus respectivas hojas de campo y cadenas de custodia. Los informes de resultados de las mediciones de campo de calidad del agua y aforo.

Posters

Diseñar y entregar cuatro posters originales de tamaño ISO A0 (841 x 1189 mm) con el esquema del río Hondo, en el que se muestren las zonas y segmentos en que se dividió el río Hondo para su modelación, las distancias entre cada uno de ellos, la calidad del agua, problemas de contaminación particulares, fotografías, sitios de muestreo, etcétera. El diseño se realizara en coordinación con el personal de la CONAGUA.

Base de datos de estaciones hidrométricas

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todas las estaciones hidrométricas de la cuenca hidrológica del río Hondo con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

- Las coordenadas de cada estación deberán estar en coordenadas geográficas con DATUM ITRF – 92.
- Adicionalmente se deberá entregar un archivo en formato shapefile generado en ArcView 9.3 o posterior, el cual contendrá las estaciones hidrométricas de la base de datos.

Base de datos de sitios de monitoreo

- Se deberá entregar una base de datos que contenga todos los sitios de monitoreo de la cuenca hidrológica del río Hondo con sus coordenadas que fueron determinadas durante el recorrido.
- Con respecto a la información de calidad y cantidad obtenida en el presente estudio, se elaborará una base de datos de las campañas de muestreo y aforo, con los caudales y parámetros determinados en campo y laboratorio, en descargas de aguas residuales, cuerpos de agua y afluentes y aprovechamientos, agrupando los registros por zona en que se dividió el cuerpo de agua para su estudio.
- Se elaborará una base de datos extremos, de las campañas de muestreo y aforo, para representar la situación más crítica probable de contaminación, con las mayores concentraciones de contaminantes determinadas, y con los caudales más altos en las descargas y más bajos en los cuerpos de agua.

Mecanismos de Transferencia

Se llevará a cabo una exposición ante personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- Estudio de calidad del agua enfatizando la metodología aplicada en la realización de los trabajos realizados.
 - Muestreo de agua dulce, agua marina, sedimentos y bentos, y aforo.
 - Modelación de Calidad del Agua.

Se deberá capacitar al personal de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

- En el manejo de las bases de datos que deberán elaborarse en Access.
- En el manejo del sistema de información geográfica y la información representada en él.
- En el manejo del modelo matemático de calidad del agua aplicado.

Se instalará en el equipo de Oficinas Centrales, Organismo de Cuenca y Dirección Local de la CONAGUA, y del Consejo de Cuenca:

“Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua”

- El software correspondiente al modelo matemático de calidad del agua.
- Proyectos de ArcView y posters elaborados.