社会開発調査部報告書

No.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

SSS
JR
00-04

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO PARA LA CALIDAD DEL AGUA EN AREAS COSTERAS EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

INFORME FINAL
(RESUMEN)

Marzo 2000

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
METOCEAN

El tipo de cambio utilizado en este reporte es de:

1 USD = 1 Peso Mexicano (N$) = 9.25 = 105.00 Yens.

(a fines de Noviembre de 1999)

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, el Gobierno de Japón decidió llevar a cabo el "Estudio para el Desarrollo del Programa Nacional de Monitoreo para la Calidad del Agua en Zonas Costeras de los Estados Unidos Mexicanos" y lo confió a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA seleccionó un equipo de estudio formado por expertos de Pacific Consultants International (PCI) y de la Shin-Nippon Metereological and Oceanographical Consultant Co., Ltd. (METOCEAN), encabezados por el Dr. Akira Uchida de PCI y los envió a México 4 veces entre enero de 1999 y febrero del 2000. Además de esto, JICA estableció un Comité de Concejales encabezado por Mr. Takashi HAYASE, profesor de la Universidad de Nagasaki, entre enero de 1999 y marzo del 2000, el cual examinó el estudio desde el punto de vista técnico y de especialistas.

El equipo sostuvo discusiones con los expertos del Gobierno de México involucrados, y llevó a cabo estudios de campo en el área de estudio. A su regreso a Japón, el equipo realizó más estudios y preparó este informe final.

Espero que este informe contribuya a la promoción de este proyecto y al fortalecimiento de una relación amistosa entre nuestros países.

Finalmente, deseo expresar mi más sincero reconocimiento a los representantes del Gobierno de México involucrados en este proyecto, por la estrecha cooperación mantenida con el Equipo de Estudio.

20 de marzo del 2000

Kimio FUJITA
Presidente
AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN.

Marzo del 2000

Sr. Kimio FUJITA
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

CARTA DE ENTREGA

Estimado Sr.

Nos complace entregarle el reporte final titulado "Estudio para el Desarrollo del Programa Nacional de Monitoreo para la Calidad del Agua en Zonas Costeras de los Estados Unidos Mexicanos". Este informe fue preparado por el Equipo de Estudio de acuerdo con los contratos firmados el 8 de enero de 1999 y el 4 de junio de 1999, entre la Agencia de Cooperación Internacional (JICA) y el equipo de Estudio, formado de manera conjunta por Pacific Consultants International (PCI) y Shin-Nippon Metereological and Oceanographical Consultant Co., Ltd. (METOCEAN).

El informe detalla los resultados del estudio del desarrollo de guías para el programa nacional de monitoreo de calidad del agua en la zona costera en México y el desarrollo de un plan de monitoreo de calidad del agua costera, específico para la zona de Tampico.

El informe consiste del Informe Principal y el Informe Resumen, ambos en inglés y en español, el Informe de Apoyo y el Libro de Datos en Inglés, y el Informe de Transferencia de Tecnología en Español.

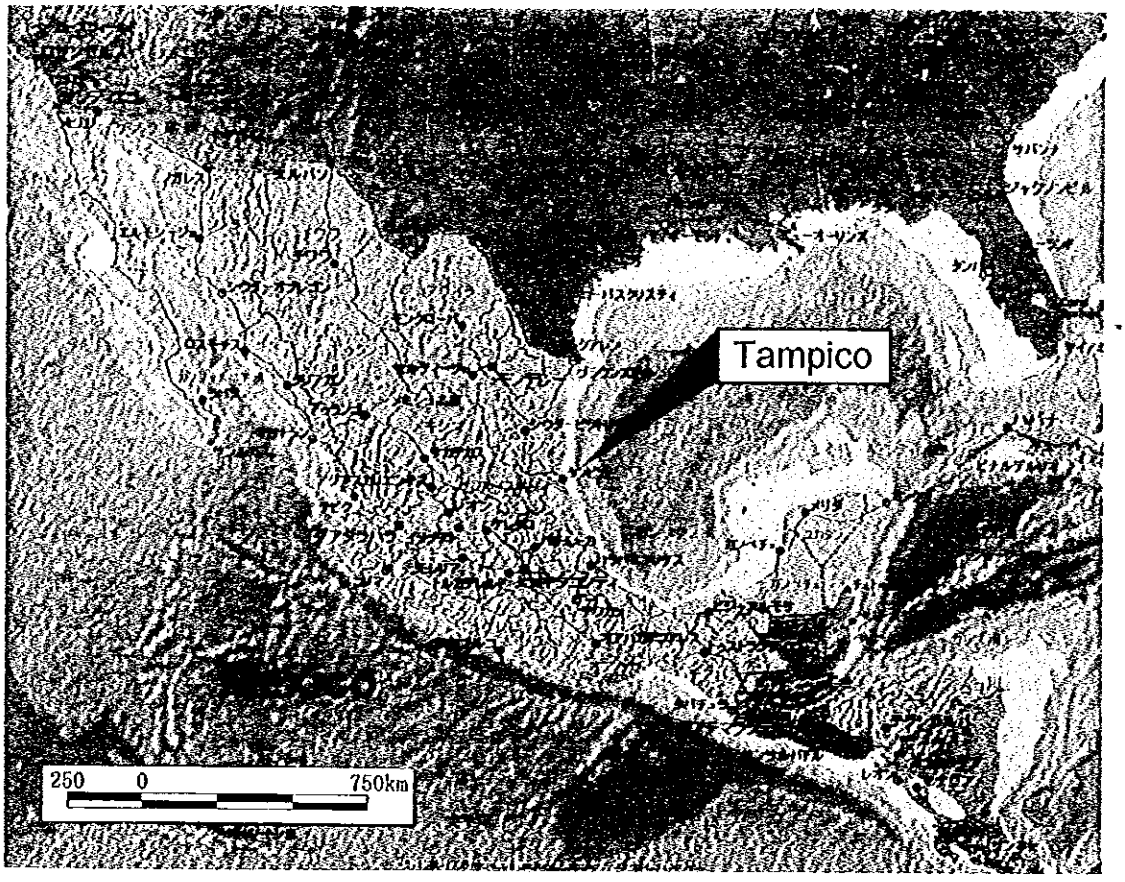
El Informe Principal presenta: *(i)* el estado actual del ambiente costero y del monitoreo de la calidad del agua, *(ii)* la política de planeación para el monitoreo de calidad del agua de la zona costera, *(iii)* los lineamientos para el monitoreo nacional de calidad del agua en la zona costera, *(iv)* el plan de monitoreo para la zona costera de Tampico, y *(v)* el calendario de ejecución del proyecto. El Informe Resumen presenta estos resultados de manera concreta. El Informe de Apoyo describe los detalles técnicos relacionados con los métodos de monitoreo de calidad del agua en la zona costera incluyendo los estudios de campo, los análisis de calidad de agua de mar, el manejo de laboratorio, y el análisis de datos. El Libro de Datos contiene información detallada que respalda el razonamiento para el desarrollo de los lineamientos de monitoreo y el plan de monitoreo. El Informe de Transferencia de Tecnología describe las diferentes actividades de entrenamiento sobre la marcha y externo, llevadas a cabo durante el transcurso del estudio y sus evaluaciones.

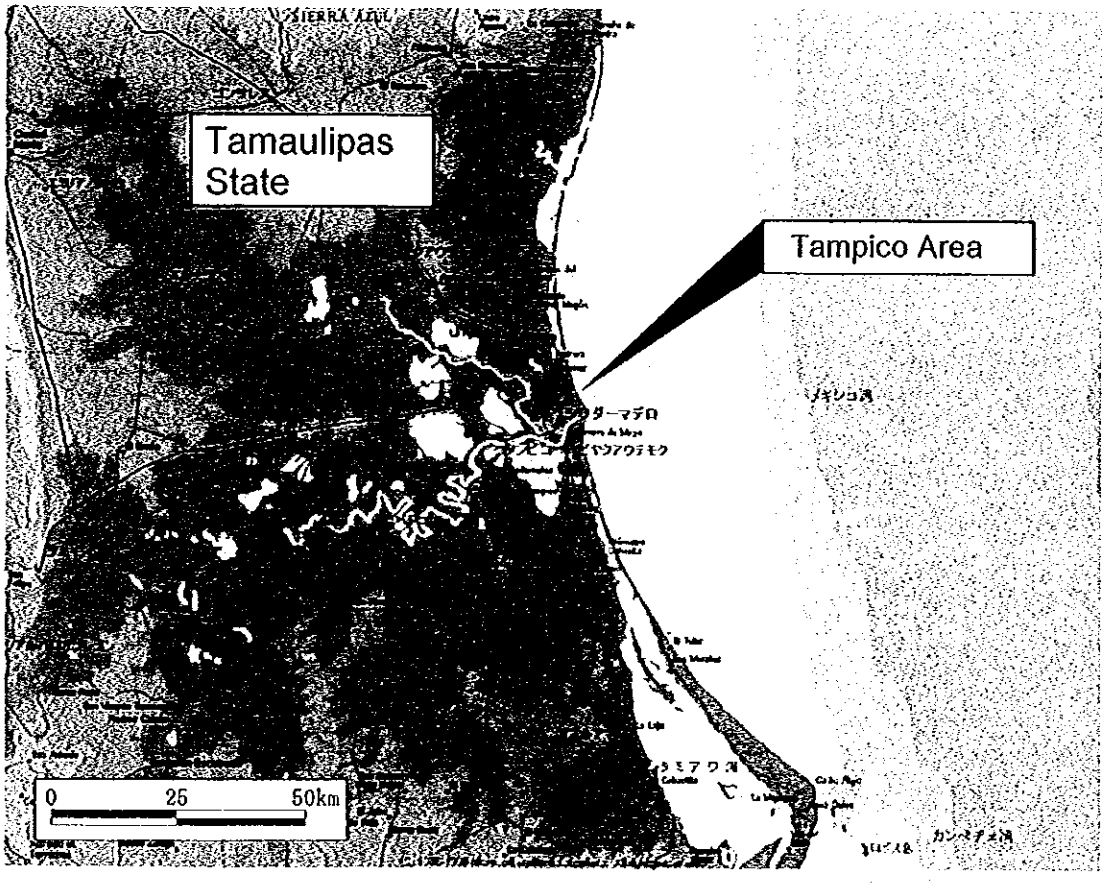
Deseamos expresar nuestro agradecimiento y reconocimiento al personal de su Agencia, al Comité de Asesores, a la Secretaría de Relaciones Exteriores, a la Agencia Ambiental, al Gobierno Metropolitano de Tokio, y a la Embajada de Japón en México. También deseamos expresar nuestra sincera gratitud a nuestra contraparte, la Comisión Nacional del Agua (CNA) de México. Esperamos que el plan propuesto y los lineamientos contribuyan a la realización del desarrollo sustentable de las zonas costeras de México.

Sinceramente,

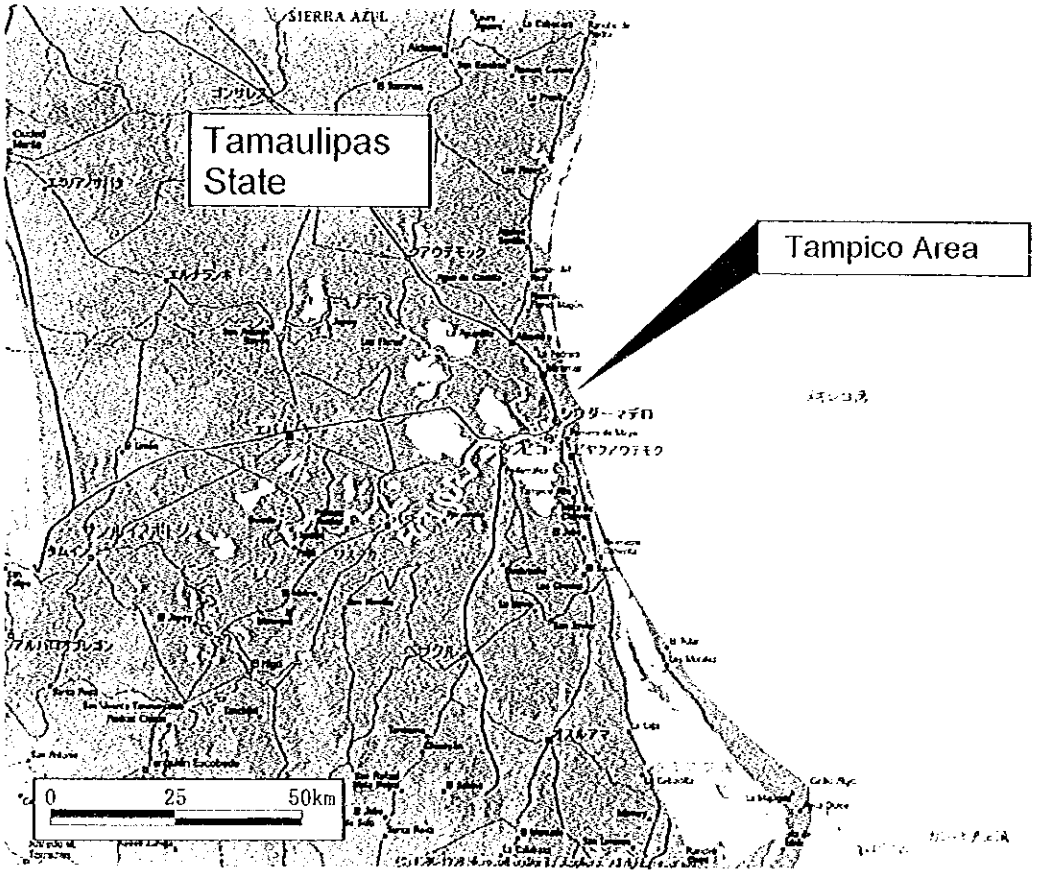
内田 顕

Dr. Akira UCHIDA
Líder del Equipo.





Avéa de Estudio



Avéa de Estudio

Tabla de contenido

Listado de Tablas y Figuras

1. Introducción

2. Condiciones Existentes

3. Políticas de Planeación para el Monitoreo de la Calidad del Agua Costera

4. Lineamientos para el Monitoreo Nacional de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

5. Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua para la Zona Costera de Tampico

6. Ejecución del Proyecto

Lista de Abreviaturas/Acrónimos

DBO	demanda bioquímica de oxígeno
CNA	*Comision Nacional del Agua* (National Water Comission)
DQO	demanda química de oxígeno
OD	oxígeno disuelto
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
NOM	*Norma Oficial Mexicana* (Official Mexican Standard)
PRO	potencial de oxido-reducción
PROMMA	*Proyecto de Modernizacion del Manejo del Agua* (Modernization of Water Management Project)
SEMARNAP	*Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca* (Ministry of Environment, Natural Resources and Fisheries)
SS	sólidos suspendidos
T-N	nitrógeno total
T-P	fosfato total
T-Hg	mercurio total
TSS	sólidos suspendidos totales

Síntesis del Estudio

1. Antecedentes del Estudio

México cuenta con una línea costera de 10,000 Km o más, con lagunas costeras en alrededor de 100 sitios (12,500 Km2) a lo largo de la costa. Estas lagunas, representan importantes recursos naturales para la pesquería y el turismo. Las zonas costeras ocupan un lugar importante para el desarrollo futuro dentro del Plan Nacional de Desarrollo. Sin embargo, la calidad del agua en las zonas costeras se ha deteriorado a causa de las descargas de aguas residuales municipales e industriales.

Bajo estas circunstancias, la Comisión Nacional del Agua (CNA), México planeó un programa de monitoreo de calidad del agua en la zona costera auspiciado con un préstamo del Banco Mundial, de acuerdo con su plan de desarrollo. Sin embargo, el alcance de este programa está limitado a los cuerpos de agua dulce, tales como los ríos, lagos y aguas subterráneas. Con estos antecedentes, es prioritario para México planear e instrumentar el monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras.

2. Objetivos del Estudio

El objetivo de este estudio es desarrollar el sistema de monitoreo de calidad del agua en las zonas costeras, lo que es indispensable para la protección de los cuerpos de agua costeros y para la utilización sustentable de los recursos naturales de México. Los objetivos son:

- Desarrollar un programa de monitoreo de calidad del agua, específico para los cuerpos de agua costeros en la zona de Tampico, estado de Tamaulipas, y preparar los lineamientos para el programa nacional de monitoreo de calidad del agua en zonas costeras en México, y
- Realizar la transferencia de tecnología para la contraparte Mexicana durante la realización del Estudio.

3. Sistema actual de Monitoreo de Calidad del Agua.

(1) Organización del Monitoreo de Calidad del Agua

La *CNA* es responsable del uso eficiente del agua y de su conservación. Por lo tanto, es deber de la *CNA* monitorear la calidad del agua de los ríos, lagos, cuerpos de agua costeros, y aguas subterráneas. Con este fin, la *CNA* cuenta con un Laboratorio Central en la Cd. de México, 13 Laboratorios Regionales y 20 Laboratorios Estatales.

(2) Plan Actual de Monitoreo de Calidad del Agua

La CNA ha estado llevando a cabo un programa llamado "Programa de Modernización y Manejo del Agua" (abreviado en español como PROMMA). Iniciado en 1996 con el apoyo financiero del Banco Mundial, PROMMA es un programa institucional dirigido a fortalecer los fundamentos técnicos requeridos para el desarrollo sustentable y el manejo de los recursos hídricos del país. Los objetivos del programa incluyen lo siguiente:

- fortalecimiento de los recursos humanos,
- modernización de la infraestructura para el monitoreo y el manejo de datos,
- integración del manejo de los recursos hidráulicos, y
- descentralización de la administración, distribución y control del uso del agua.

El *PROMMA* está dirigido al monitoreo de calidad del agua de los ríos, lagos, cuerpos de agua costeros y aguas subterráneas, sin embargo no existe un plan específico para los cuerpos de agua costeros.

(3) Laboratorio de Tampico

El Laboratorio de Tampico, el cual es el principal objetivo en lo que respecta a la transferencia de tecnología por parte del Equipo de Estudio, está localizado en la zona residencial de Cd. Madero. El edificio fue construido como una residencia en 1979, y la *CNA* lo habilitó como laboratorio en 1992.

Aunque la mayoría de los análisis se han hecho en muestras de agua dulce, durante 1998 se analizaron algunas muestras de aguas residuales industriales. Antes de este estudio, no se habían analizado muestras de agua de mar. La mayor parte del equipo de laboratorio fue comprado hace 15 o 20 años. Aunque el equipo ha sido bien mantenido, existen problemas en eficiencia y control de calidad. Hay carencia en el mantenimiento de la vidriería y incluyendo pipetas y tubos.

4. Política de Planeación para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

(1) Funciones y Objetivos del Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras

El Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras es una de las herramientas para el manejo ambiental costero. Los resultados de los análisis proporcionan información valiosa para apoyar a los tomadores de decisiones en los siguientes aspectos:

1) establecimiento de un plan de manejo ambiental adecuado,

2) mejoramiento del plan de manejo ambiental,

3) manejo apropiado del uso del agua y de las zonas acuáticas,

4) prevenir del deterioro ambiental, y

5) control de la contaminación.

(2) Requisitos para el Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras

Las palabras clave en el monitoreo de calidad del agua en zonas costeras son: continuidad, consistencia, y "zona extensa". Específicamente, el monitoreo debe asegurar la obtención continua de datos, la consistencia en los métodos de análisis y muestreo, y una cobertura amplia de las zonas.

(3) Dependencia Ejecutora

La Ley de Aguas Nacionales establecida en 1992 estipula que la *CNA* es la agencia responsable del manejo apropiado y del uso así como de la conservación del agua y de las zonas acuáticas en México. Consecuentemente, una herramienta para el manejo apropiado de las zonas acuáticas, como el monitoreo de la calidad del agua, es responsabilidad de la *CNA*.

(4) Componentes del Monitoreo

Las zonas costeras que deben ser monitoreadas son las afectadas por las actividades antropogénicas, como las lagunas costeras, los ríos (desde la boca hasta donde entra la cuña salina), y los puertos costeros. Para propósitos de monitoreo, la zona costera se define como el área 5 a 10 Km a partir de la línea costera

Como principio, el monitoreo de calidad del agua en zonas costeras se debe llevar a cabo al nivel nacional. Sin embargo, ya que esto no es posible debido a la restricción presupuestal, el trabajo de monitoreo se debe realizar en las siguientes zonas prioritarias, y posteriormente extenderse para cubrir otras zonas.

- zonas industriales
- sitios turísticos
- campos pesqueros/ conservación de zonas para recursos pesqueros
- zonas protegidas/ zonas de conservación ambiental

5. Requisitos para el Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras

Las palabras clave en el monitoreo de calidad del agua en zonas costeras son: continuidad, consistencia, y "zona extensa". Específicamente, el monitoreo debe asegurar la obtención continua de datos, la consistencia en los métodos de análisis y muestreo, y una cobertura amplia de las zonas.

(1) Dependencia Ejecutora

La Ley de Aguas Nacionales establecida en 1992 estipula que la *CNA* es la agencia responsable del manejo apropiado y del uso así como de la conservación del agua y de las zonas acuáticas en México. Consecuentemente, una herramienta para el manejo apropiado de las zonas acuáticas, como el monitoreo de la calidad del agua, es responsabilidad de la *CNA*.

(2) Componentes del Monitoreo

Las zonas costeras que deben ser monitoreadas son las afectadas por las actividades antropogénicas, como las lagunas costeras, los ríos (desde la boca hasta donde entra la cuña salina), y los puertos costeros. Para propósitos de monitoreo, la zona costera se define como el área 5 a 10 Km a partir de la línea costera

Como principio, el monitoreo de calidad del agua en zonas costeras se debe llevar a cabo al nivel nacional. Sin embargo, ya que esto no es posible debido a la restricción presupuestal, el trabajo de monitoreo se debe realizar en las siguientes zonas prioritarias, y posteriormente extenderse para cubrir otras zonas.

- zonas industriales
- sitios turísticos
- campos pesqueros/ conservación de zonas para recursos pesqueros
- zonas protegidas/ zonas de conservación ambiental

5. Lineamiento para el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en Zonas Costeras.

Este lineamiento proporcionará las guías cuando en el futuro la CNA desarrolle el programa de monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras, para otras zonas diferentes de Tampico. Este lineamiento consistirá de los seis siguientes componentes:

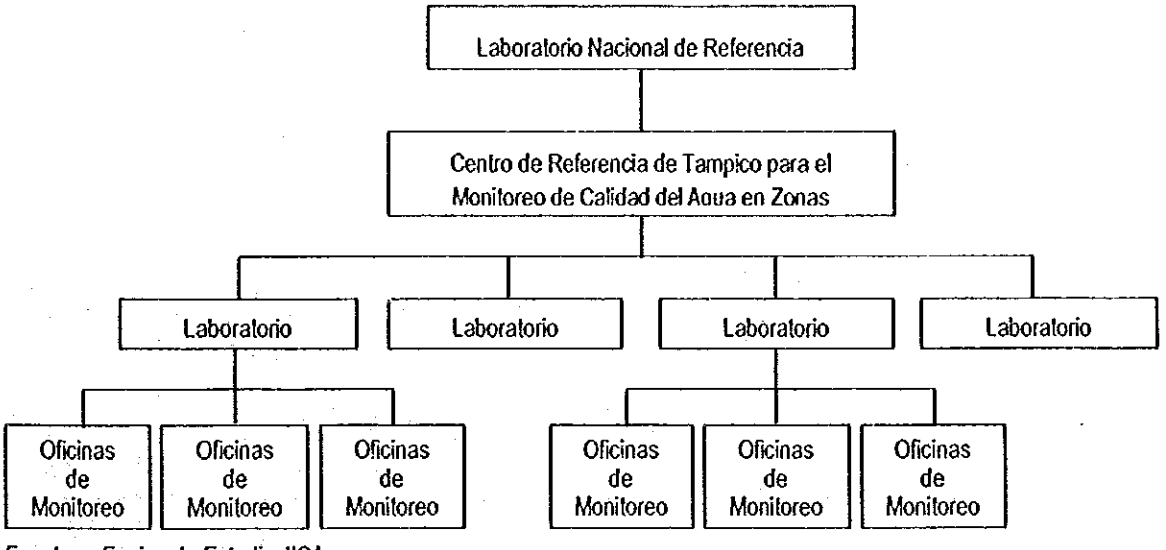
- Red de Laboratorios y Monitoreo,
- Muestreo
- Manejo del Laboratorio

- Manejo de Datos
- Desarrollo de Recursos Humanos, y
- Programa Especial de Monitoreo

(1) Red de Laboratorios y Monitoreo

La red de laboratorios consistirá del Laboratorio Central, del Centro de Referencia, los Laboratorios Regionales, y de las Oficinas de Monitoreo. Cada organización tendrá la siguiente función:

- Laboratorio Central: Será el responsable del monitoreo en agua dulce y costera.
- Centro de Referencia para el Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras: Funcionará como laboratorio de referencia, centro de manejo de datos, y centro de capacitación para el monitoreo de la calidad del agua costera, mientras que genera la información necesaria sobre el ambiente costero de México para que los tomadores de decisiones formulen las políticas de manejo costero.
- Laboratorios Regionales: El monitoreo de sus áreas respectivas, incluyendo el muestreo y el análisis.
- Oficinas de Monitoreo: Establecidas en zonas estratégicas, tales como las zonas urbanas, industriales y las zonas pesqueras donde el análisis de las muestras que se puedan dañar con facilidad, pueda realizarse en el campo.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Red de Laboratorios y Monitoreo

(2) Muestreo

El muestreo para el monitoreo de la calidad del agua en la zona costera es vertical, considerando la influencia del agua de río y de la fotosíntesis. Por otra parte, las muestras de sedimento se

toman de la capa superficial del lecho marino, ya que ésta proporciona información acerca de las características del agua y de las tendencias de la contaminación.

Los parámetros de monitoreo incluyen parámetros básicos para indicar las características de la calidad del agua y de los cambios estacionales y los parámetros de toxicidad que se deber utilizar para indicar la contaminación acumulada.

La frecuencia de monitoreo es cada dos meses para los parámetros básicos y para los parámetros tóxicos dos veces al año (durante la época de estiaje y de lluvias).

Parámetros de Monitoreo

Muestras		Parametros
Calidad del Agua	Parámetros Básicos	Temperatura del Agua, salinidad, transparencia, pH, OD, SS, $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NO_2$, $N\text{-}NH_4$, N total, $P\text{-}PO_4$, Fósforo total, Clorofila a, Coliformes totales, Coliformes Fecales
	Parámetros Tóxicos	Extractos de Hexano, Cd, Pb, Cu, Zn, Hg total, As, Cr^{+6}
Sedimentos	Parámetros Básicos	PRO (Potencial de Reducción de Oxígeno), distribución del tamaño de partícula, pérdida por ignición, DQO, sulfuros
	Parámetros Tóxicos	Cd, Pb, Cu, Zn, Hg-T, As, Cu

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(3) Manejo de Laboratorio

El manejo del laboratorio es un término general para indicar la estructura organizacional, el edificio, el equipo e instalaciones, el manejo de reactivos, la disposición de los residuos sólidos, y el tratamiento de las aguas residuales de los laboratorios regionales.

El equipo de muestreo y análisis utilizado durante el monitoreo debe someterse a pruebas diarias y periódicas, y llevar el registro de éstas en una bitácora.

(4) Manejo de Datos

Con el fin de fortalecer la confiabilidad de los datos de monitoreo, es primordial implementar el desarrollo de un proceso de trabajo estándar, evaluar el mantenimiento y el desempeño del equipo específico.

(5) Desarrollo de los Recursos Humanos

El mejoramiento de la tecnología necesaria para el monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras requiere no solo de habilidades para el muestreo y el análisis de calidad del agua, sino también del conocimiento del ambiente costero en general. Este conocimiento y habilidades se pueden adquirir a través de una capacitación sobre la marcha durante las actividades diarias y en capacitaciones externas al trabajo, por ejemplo a través de seminarios.

6. Plan de Monitoreo de Calidad del Agua en la Zona Costera de Tampico

(1) Etapas del Plan de Desarrollo

El Laboratorio de Tampico será desarrollado en etapas en un plazo de 10 años.

Objetivos de las etapas de desarrollo del Laboratorio de Tampico

Etapa I 2000 - 2002	Se deberá aumentar el equipo de monitoreo para permitir un monitoreo continuo. El muestreo y el análisis de los parámetros básicos se implementarán como actividades rutinarias.
Etapa II 2003 - 2005	Se realizará el análisis de los parámetros tóxicos como una actividad cotidiana. El laboratorio de Tampico actual, se transferirá del edificio en el que está a uno apropiado para las actividades de análisis químico.
Etapa III 2006 - 2010	Se identificarán nuevas sustancias tóxicas en el caso de que éstas representen algún problema en el ambiente costero. Las pruebas de acumulación biológica serán parte de las actividades cotidianas.

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(2) Construcción del Centro de Referencia de Tampico

El Centro de Referencia será anexado al Laboratorio de Tampico y puesto en operación para el año 2005.

(3) Plan de Monitoreo para la Zona Costera de Tampico

<u>Cuerpos de agua que serán monitoreados</u>

- Zona costera
- Río Pánuco
- Laguna de Pueblo Viejo
- Laguna de Marismas

En las zonas antes mencionadas, se establecerán 26 sitios de monitoreo en agua y 16 en sedimento.

<u>Parámetros de Monitoreo</u>

Debido a que la zona de Tampico incluye zonas urbanas y una refinería grande, a los parámetros especificados en los lineamientos para el monitoreo de la calidad del agua en la zona costera, se les agregaron parámetros que sean adecuados como índices para las descargas de aguas residuales municipales y para la contaminación por grasas y aceites.

Parámetros de Monitoreo para la Zona de Tampico

Muestras		Parámetros
Calidad del Agua	Parámetros Básicos	6 veces/año: temperatura del agua, salinidad, transparencia, pH, OD, SS, DQO, N-NH_4, N-NO_2 N-NO_3, N-T, P-PO_4, P-T, Clorofila a, Coliformes totales, Coliformes fecales.
	Parámetros Peligrosos	2 veces/año: Cd, Pb, Cu, Zn, Hg-T, As, Cr^{6+}
	Programa Especial de Monitoreo	6 veces/año: extractos de hexano 2 veces/año: Hidrocarburos, Surfactantes, plaguicidas organoclorados (aldrín, dieldrín, endrín, clordano, DDT)
Sedimentos	Parámetros Básicos	2 veces/año: PRO (Potencial de Reducción de Oxígeno), Distribución de tamaño de partícula en sedimentos, Pérdida por ignición, DQO, Sulfuros,
	Parámetros peligrosos	Cd, Pb, Cu, Zn, Hg-T, As

Fuente: Equipo de Estudio JICA

7. Costos del Proyecto

(1) Establecimiento de una red nacional de monitoreo de calidad del agua en zonas costeras.

mación de Costos de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras

Unidad: Millones de pesos mexicanos

Costo de la Componente	Costos (2001-2010)
Inversión Inicial	91.8
Costos de operación y mantenimiento	48.5
Total	$140.3

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(2) Desarrollo del Laboratorio de Tampico y del Centro de Referencia

Estimación de Costos para el Desarrollo del Laboratorio de Tampico y del Centro de Referencia.

Unidad: Millones de pesos mexicanos

Costo de la Componente	Laboratorio de Tampico		Centro de Referencia		Total	
Inversión Inicial	13.8		11.6		25.4	
Costos de operación y mantenimiento	3.5	0.6/año	1.8	0.3/año	5.3	0.9/año
Total	**17.3**		**13.4**		**30.7**	

Fuente: Equipo de Estudio JICA

1. Introducción

1.1. Antecedentes del Estudio

En México, la protección de las zonas costeras y el uso sustentable de los recursos en estas zonas, son algunos de los factores claves para el sano desarrollo económico del país. Por lo tanto, el apropiado manejo de la calidad del agua costera beneficiará notablemente a la nación. El Monitoreo de Calidad del Agua Costera (MCAC) es un elemento fundamental del manejo de calidad del agua en zonas costeras. Si bien, en México se necesita el desarrollo de un sistema completo de monitoreo de calidad del agua para las zonas costeras, no se cuenta con la suficiente experiencia para desarrollarlo.

Bajo tal circunstancia, el Gobierno de México solicitó la cooperación técnica del Gobierno de Japón para la preparación de un programa de monitoreo de calidad del agua en zonas costeras. En consecuencia, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) se ha encargado de conducir el presente Estudio. El Alcance del Trabajo fue acordado entre JICA y la Comisión Nacional del Agua (*CNA*), de México el 4 de Agosto de 1998.

1.2. Objetivos del Estudio

Los objetivos del Estudio son:

1) Desarrollar un programa de monitoreo de calidad del agua específico para los cuerpos de agua costeros del área de Tampico, Tams. y preparar los lineamientos para el programa nacional de monitoreo de calidad del agua para zonas costeras de México; y
2) Realizar la transferencia de tecnología al personal de la contraparte Mexicana durante el desarrollo del Estudio.

1.3. Área de Estudio

El Área de Estudio para el desarrollo del programa de monitoreo de calidad del agua en zonas costeras incluye los siguientes cuerpos de agua (ver también la Figura 2.1):

1) Una sección del Río Pánuco desde la boca hasta la confluencia con su tributario el Río Tamesí;
2) La Laguna de Pueblo Viejo;
3) Área costera marina desde la boca, del Río Pánuco hasta la Zona Industrial de Altamira;
4) Puerto de Altamira; y
5) Laguna de Marismas.

En el Alcance del Trabajo, se incluyo a la Laguna del Conejo y no a la Laguna Marismas como un objetivo del programa de monitoreo de calidad del agua que iba a ser desarrollado y para el programa de monitoreo piloto que iba a ser llevado a cabo durante el Estudio. Sin embargo, después de la consulta realizada a la contraparte mexicana en una etapa posterior, se decidió reemplazar a la Laguna El Conejo con la Laguna de Marismas en el programa de monitoreo, ya que se consideró que esta última era más importante en lo que se refiere a uso de agua y al flujo que existe entre la Laguna del Conejo y la Laguna de Marismas.

Para la preparación de los lineamientos para el programa nacional de monitoreo para las zonas costeras, todas las áreas fueron tomadas en consideración. Sin embargo, el término "Área de Estudio" se refiere al área que incluye los cuerpos de agua listados anteriormente y áreas de escurrimiento dentro de la zona de Tampico.

La zona de Tampico, en este informe, se refiere al área constituida por las áreas administrativas de las ciudades de Tampico, Madero y Altamira en el estado de Tamaulipas y las municipalidades de Pánuco, Pueblo Viejo y Tampico Alto del estado de Veracruz.

1.4. Implementación del Estudio

(1) Organización del Estudio

La organización para la implementación del Estudio es la siguiente.

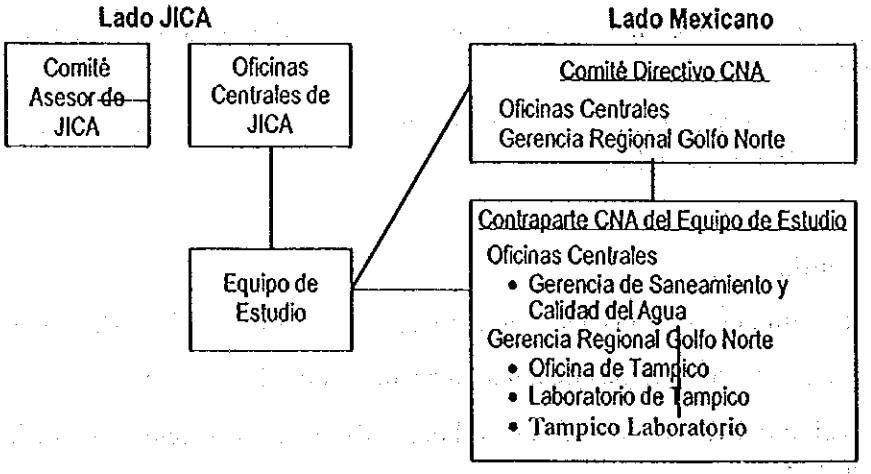


Figura 1.1 Organización del Estudio

(2) Actividades del Estudio

El Estudio fue realizado en México y en Japón durante el periodo comprendido desde Enero de 1999 hasta Marzo de 2000. Los trabajos fueron realizados principalmente en México, mientras que los periodos de trabajo en Japón fueron dedicados a la preparación de informes.

La Figura 1.1 muestra todas las actividades realizadas por el Equipo de Estudio en cooperación de su contraparte Mexicana durante los periodos de trabajo en México. Para iniciar, el Equipo de Estudio recopiló los datos relacionados con las condiciones de la calidad del agua en la zona costera a nivel nacional y específicamente de la zona de Tampico. Además, se estudio también el sistema de monitoreo existente. Se preparó un Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua en la Zona Costera para la zona de Tampico, basándose en el perfil ambiental y en el monitoreo piloto en la Zona de Tampico. El equipo de estudio también preparó los lineamientos para el Monitoreo Nacional de la Calidad del Agua en Zonas Costeras para CNA. Por último, se llevó a cabo una transferencia de tecnología a través de los seminarios realizados durante el transcurso del Estudio, como se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Principales Actividades del Estudio en México

Etapa	Seminario / Capacitación
Trabajo en Sitio I (fines de Enero - fines de Marzo, 1999)	• Capacitación sobre el estudio preliminar de campo (Tampico) • Primer Seminario Técnico sobre Monitoreo de Calidad del Agua Costera (Ciudad de México) • Conferencia: Introducción del Estudio, en el Día Mundial del Agua (Tampico)
Trabajo en Sitio II (mediados de Junio - principios de Septiembre, 1999)	• Reunión para la evaluación de los resultados del monitoreo de calidad del agua costera realizado por la CNA de Tampico en Mayo (Tampico) • Seminario Técnico para el estudio hidrológico (Tampico) • Segundo Seminario Técnico sobre Monitoreo de Calidad del Agua Costera (Tampico) • Seminario Técnico sobre simulación de calidad del agua (México)
Trabajo en Sitio III (mediados de Agosto - fines de Noviembre, 1999)	• Seminario Técnico sobre Muestreo de Calidad del Agua (Tampico)

Fuente: Equipo de Estudio JICA

1.5. Organización de los Informes

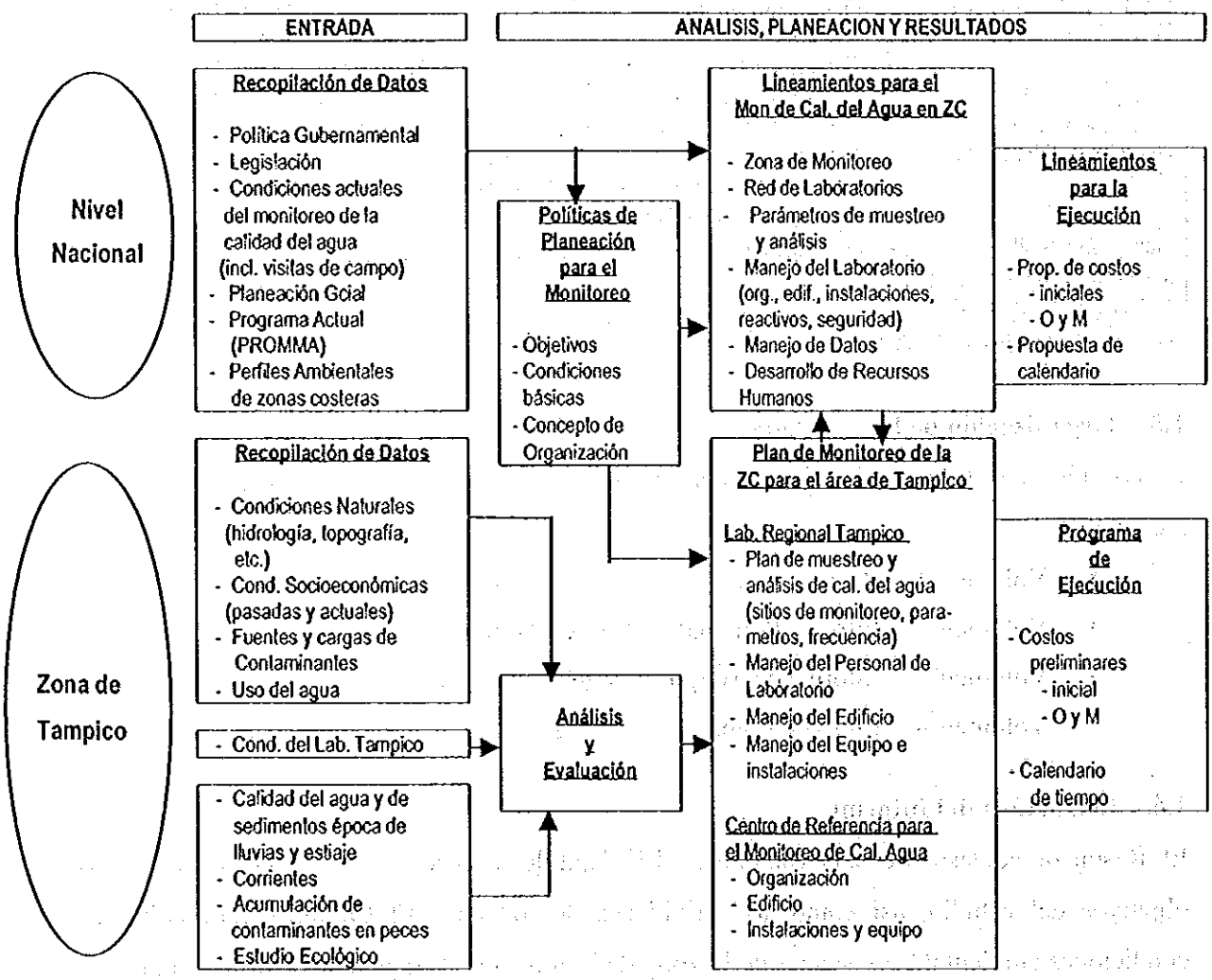
El borrador del Informe Final está compuesto de 4 volúmenes separados, que son los siguientes:

- Volumen-1: Resumen (Español e Inglés)
- Volumen-2: Informe Principal (Español e Inglés)
- Volumen-3: Informe de Apoyo (Inglés)
- Volumen-4: Libro de Datos (Inglés)

1.6. Estructura del Informe

El Resumen consiste de seis capítulos. El Capítulo 1 describe los antecedentes y los objetivos del estudio, así como las actividades de trabajo. El Capítulo 2 describe las condiciones ambientales existentes de la zona de Tampico y el Sistema Actual de Monitoreo de Calidad del Agua. Los resultados de este ejercicio se utilizaron como las bases para la planeación del monitoreo de calidad del agua en la zona costera. En el capítulo 3, se

presenta la Política de Planeación para el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en la Zona Costera, mientras que en el Capítulo 4 se discuten los Lineamientos para el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en la Zona Costera. Los lineamientos servirán como referencia para expandir las áreas de monitoreo en México. El Capítulo 5 describe el plan de calidad del agua para la Zona de Tampico basado en los Lineamientos para el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en la Zona Costera del Capítulo 4. Este plan puede ser utilizado para que CNA formule el plan de calidad del agua en la zona costera para otras áreas. Finalmente, el Capítulo 6 propone dos planes de ejecución, con sus respectivos programas y estimación de costos. Una propuesta es establecer el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en la Zona Costera basados en el Capítulo 4. La otra, es el establecimiento del monitoreo de calidad del agua en la zona costera para la zona de Tampico, incluyendo el establecimiento de un Centro de Referencia.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 1.2 Estructura General del Estudio

2. Condiciones Existentes

Este capítulo es una compilación de las condiciones ambientales existentes en la zona de Tampico que estarán incluidas en el plan de monitoreo, así como también del sistema actual de monitoreo de calidad del agua. Las condiciones ambientales de la Zona de Tampico están consideradas para la ejecución del plan de monitoreo en esta zona. Es necesario que la CNA realice el mismo estudio para el planteamiento del plan de monitoreo en otras zonas.

2.1. Condiciones Naturales alrededor de la Zona de Tampico

(1) Topografía y clima

La zona de Tampico está localizada en el centro de un valle amplio limitado por montañas que se encuentran en dirección norte, oeste y sur. Como se muestra en la Figura 2.1, en la parte este de la planicie se encuentra el Golfo de México, donde se extiende la línea costera en dirección norte – sur. Existen muchas lagunas de agua dulce y salobre en la parte baja alrededor de Tampico. La laguna de agua salobre más grande de la zona en la Laguna de Pueblo Viejo, que tiene una superficie de alrededor de 100 km2. Muchas lagunas de agua dulce localizadas en el noroeste de Tampico están protegidas de la intrusión salina por diques construidos en las secciones bajas del sistema del río Tamesí.

El Tampico, la temperatura anual promedio es de 24.8 °C, el promedio mensual más alto es de 28.8°C en junio y agosto, y el más bajo es de 18.7°C en enero. El promedio de lluvia anual en Tampico es de 1,118 mm y el promedio mensual varía de 15.7 mm (marzo) a 269.6 mm (septiembre). El promedio anual de evaporación es de 1,457 mm siendo significantemente más alto que el de la lluvia. El exceso de evaporación sobre la precipitación es mayor en abril o mayo antes de la época de lluvias, y el exceso de lluvias es mayor en septiembre durante la época de lluvias. El promedio anual de lluvias durante los últimos 20 años varió entre 602 mm en 1982 1,632 mm en 1993.

(2) Oceanografía

La placa continental de la costa de Tampico es relativamente estrecha, la profundidad del agua excede los 100 m a 50 Km. mar adentro. Los arrecifes y las lagunas intermareales se desarrollan a lo largo de la costa, representando las corrientes litorales. El rango mareal es relativamente pequeño, la marea máxima y mínima pronosticada en 1999 fue de 64 cm y de 30 cm sobre el nivel medio del mar (nmm), respectivamente. La marea diurna domina sobre la semi - diurna.

Las corrientes sinópticas en el Golfo de México son el sentido del reloj. La corriente a 50 – 100 Km. mar adentro es hacia el norte. Sin embargo, la dirección dominante de las corrientes cercanas a la costa, es hacia el sur.

La altura media de las olas en la zona de Tampico cae entre 0.6 y 0.8 m con un periodo de 6 – 7 segundos. En época de huracanes, se pueden observar en la zona de Tampico olas de 5 a 6 m de altura con periodos de 11 a 13 segundos.

(3) Hidrología

Existen tres cuencas principales en la cuenca de Tampico como se puede ver en la Figura 2.1. El Puerto Industrial de Altamira, la zona de la Laguna del Conejo y la de Marismas, y el río Pánuco.

La zona de la cuenca del Pánuco consiste de las siguientes áreas: 1) La zona del río arriba del río Pánuco, 2) El río Tamesí y las lagunas de agua dulce de los alrededores, y 3) El estuario del río Pánuco incluyendo las lagunas costeras de Pueblo Viejo y el Canal del Chijol. El gasto medio anual de la parte superior del río Pánuco es de 421 m^3/s. El gasto mensual mínimo es de 120.41 m^3/s en mayo y el máximo es de 1,095 m^3/s en septiembre. En la parte del río Tamesí y las lagunas de agua dulce, el agua almacenada alcanza los 438,000,000 m^3. El agua de estas lagunas es abastecida a las ciudades de Tampico, Madero, Altamira, Pánuco y González para usos industriales, agrícolas y comunitarios. El río Pánuco intercambia agua con lagunas costeras, la Laguna de Pueblo Viejo, la Laguna del Carpintero y el Canal del Chijol mediante los flujos maréales.

El Puerto Industrial de Altamira (alrededor de 66 km^2) tiene un arroyo natural llamado Garrapatas el cual fluye dentro de la zona del Puerto. La altura de esta cuenca es de menos de 30 m sobre el nivel del mar.

En la zona de la Laguna del Conejo y la de Marismas, existen otras lagunas pequeñas, pero no hay otros flujos naturales dentro de esta área. La laguna del Conejo tiene una superficie de 1.6 km^2 y un área de captación de alrededor de 5.8 km^2 mientras que la laguna de Marismas tiene una superficie de 39.6 km^2 con un volumen excedente de 9,500,000 m^3. La laguna se divide en tres partes por un camino industrial y el Puerto de Altamira. Aunque esta separado del Golfo de México por un banco de arena sin conexión alguna con el mar, el agua de la laguna es salina. Solamente el flujo de la Laguna del Conejo abastece de agua la Laguna de Marismas.

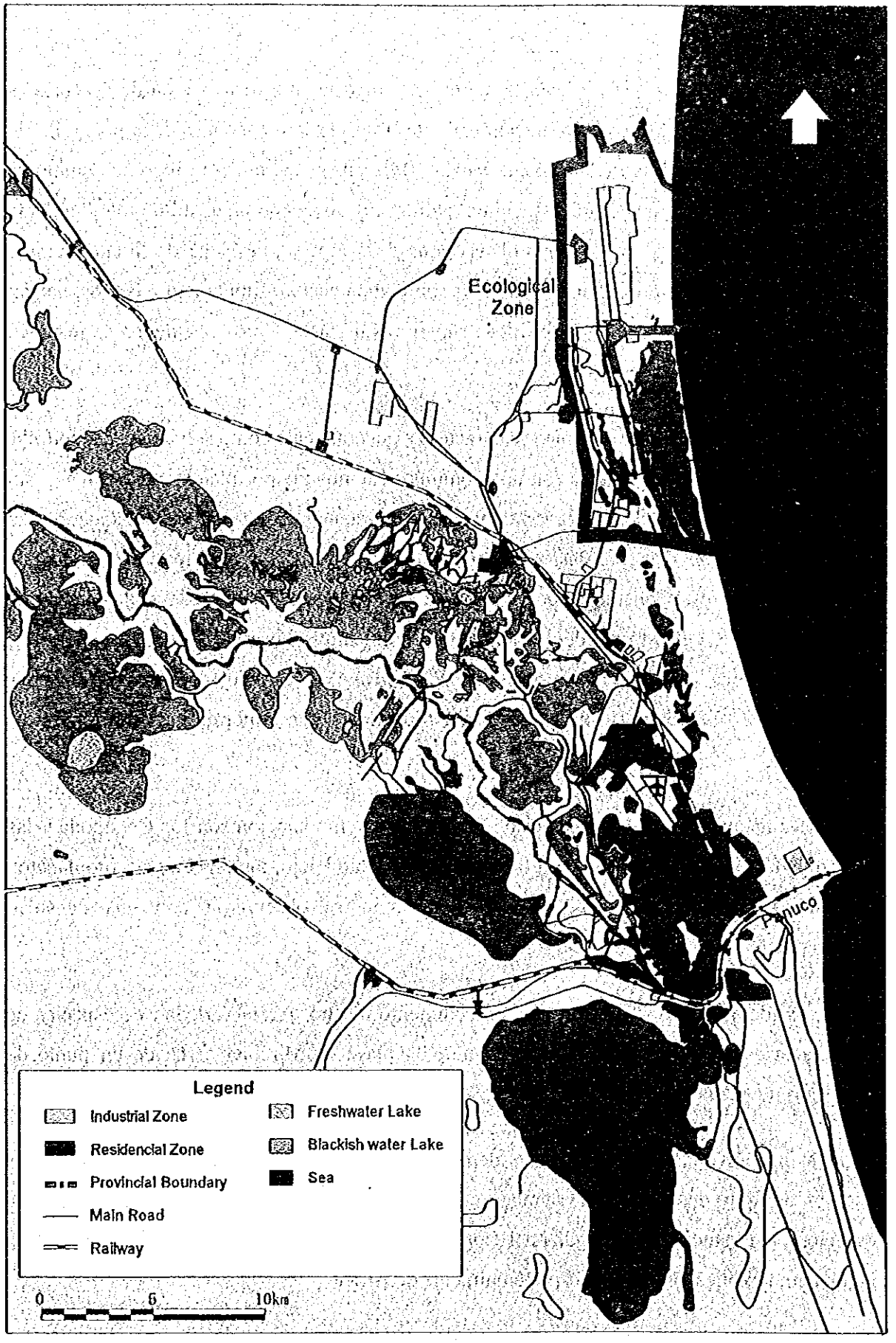


Figura 2.1 Cuencas principales en la Area de Tampico

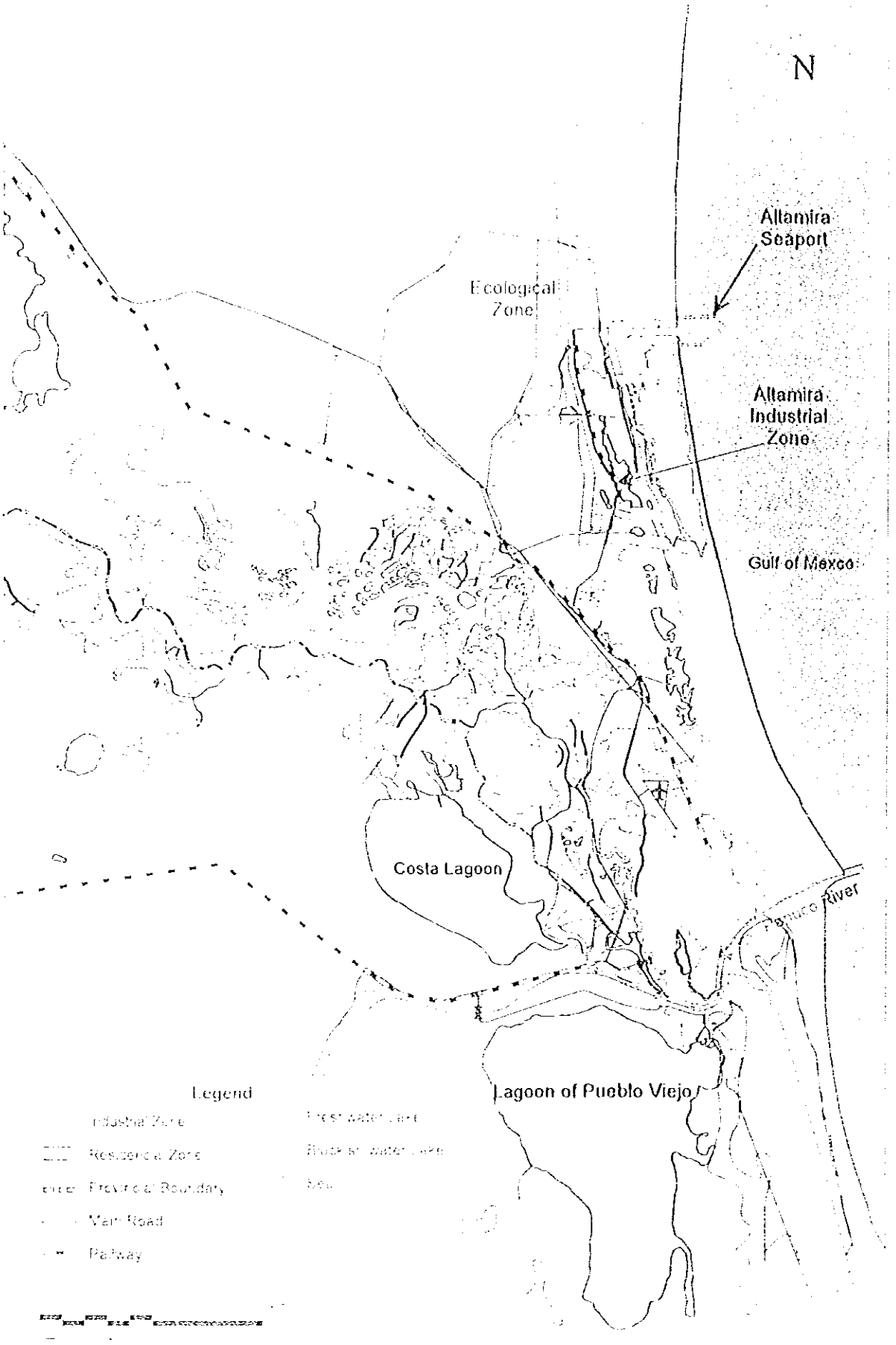


Figura 2.1 Cuencas principales en la Área de Tampico

(4) Ecología

La información relativa a la ecología tal como la composición y distribución de especies es muy limitada en esta área, sin mencionar la información acerca del impacto de la contaminación del agua sobre la ecología local. Bajo esta situación, el Equipo de Estudio de JICA, en cooperación con la Universidad del Noreste, llevó a cabo un estudio biológico en la zona de Tampico. El estudio incluyó observación de campo en la época de lluvias durante 1999 e investigación bibliográfica de estudios sobre zooplancton, fitoplancton, bentos, necton (peces), aves acuáticas y plantas acuáticas superiores del área. Los resultados se resumen abajo.

La vegetación de la zona de Tampico se caracteriza generalmente como selva baja caducifolia, manglares, y marismas cubiertas con una comunidad dominada por plantas vasculares. Sin embargo, la mayoría del área presenta vegetación secundaria la cual es afectada o esta fuertemente influenciada por las actividades antropogénicas. La principal comunidad de plantas acuáticas está constituida por especies de manglares, especialmente en la Laguna de Pueblo Viejo. En el estuario del río Pánuco, difícilmente se observaron plantas superiores; solo fue evidente la presencia de algas macroscópicas. El estudio identificó 110 plantas superiores, pero ninguna especie que deba ser protegida según la norma nacional respectiva (NOM-59).

Las clases más diversas y abundantes de zooplancton y fitoplancton son los Copepoda y las Chrisophytas, respectivamente. En la laguna del Pueblo Viejo, las especies de fitoplancton que indican condiciones de eutróficas en el agua se observaron con una densidad relativamente alta.

El bentos identificado en las muestras de sedimento mostró que la variedad de especies de Polychaeta es alta en la zona costera frente a la playa de Miramar cerca de un punto de descargas de aguas residuales.

La investigación de la fauna del necton identificó un total de 166 especies y 52 géneros en los cuerpos de agua de la zona de Tampico. La zona costera tuvo la más rica diversidad de especies. El estudio en la Laguna del Conejo mostró, que la mayoría de las especies en la laguna eran exóticas introducidas principalmente de Africa.

Las lagunas costeras y los estuarios en la zona de Tampico proporcionan un hábitat importante para las aves acuáticas. A pesar de no ser la estación de aves migratorias, la

diversidad y abundancia de las aves (28 especies) se observó incluyendo 3 especies que están enlistadas en la NOM-59.

2.2. Las Condiciones Socioeconómicas en la Zona de Tampico

(1) Población

La población total de la zona de Tampico es de alrededor de 720,000 como se muestra en la Tabla 2.1, de la cual cerca de 564,000 (78%) pertenece al estado de Tamaulipas.

Tabla 2.1 Población de la Zona de Tampico

Estado	Ciudades y Poblaciones	Población en 1995	Tasa de crecimiento anual 1990-1995 (%)
	Ciudad de Tampico	278,933	0.45
Tamaulipas	Ciudad Madero	171,091	1.30
	Ciudad de Altamira	113,810	6.62
	Población Pánuco	93,414	2.60
Veracruz	Población Pueblo Viejo	48,054	3.60
	Población de Tampico Alto	14,009	-
Total		719,311	-

(2) Industria

Las principales industrias de la zona de Tampico son la refinería, las industrias químicas y petroquímicas. Estas plantas industriales están localizadas principalmente en el corredor Tampico-Madero-Altamira, cerca de la costa. Además de una gran refinería de PEMEX, existen 18 plantas químicas y petroquímicas, las cuales juntas en 1996 produjeron alrededor de 2.3 millones de toneladas de diferentes productos químicos y petroquímicos. Las industrias maquiladoras y de alimentos también son importantes en el sector manufacturero.

En la zona de Tampico se encuentran disponibles una variedad de recursos pesqueros tanto como para la costa y la pesquería interior. Las especies comerciales típicas en la Cd. de Tampico son el camarón, la muletilla blanca, y la jaiba. En Cd. Madero, los productos pesqueros representativos son la tilapia, el camarón, y el ostión. La laguna de Pueblo Viejo es uno de los principales sitios productores de ostión en Tamaulipas. La producción anual de las pesquerías en la zona de Tampico durante el periodo de 1190 – 1998 fue entre 9,590 ton (1990) y 14,214 ton (1995).

Excepto para la zona urbana y los humedales, los terrenos de la zona de Tampico se utilizan principalmente como tierras de cultivo y de forraje. Los principales productos agrícolas en la zona de Tampico son el algodón, el sorgo, el maíz, la soya, el pimiento y el jitomate. Muchos granjeros crían ganado y aves especialmente en las poblaciones al sur de la zona.

La producción anual de cabezas de ganado en 1996 sobrepasó las 70,000 toneladas en la cual el ganado bovino es un de los productos principales.

El turismo también es una industria importante en la zona de Tampico. La playa de Miramar y de Altamira tienen potencial para el desarrollo del turismo. Existen hoteles de estándares internacionales cerca de la playa de Miramar y en otras zonas del área. También existe un gran potencial para desarrollar el ecoturismo debido a la riqueza en recursos naturales. Las playas grandes y tranquilas y las innumerables lagunas con diversidad en vida silvestre captan a los turistas atraídos por la naturaleza.

2.3. Calidad del Agua

El siguiente resumen define las características de la calidad del agua de los cuerpos en estudio basándose en la evaluación de resultados del monitoreo piloto realizado en 1999 en la época de estiaje y lluvias.

(1) Zona Costera de Tampico

Desembocadura del río Pánuco

La calidad del agua en la zona de la desembocadura del río Pánuco se vio directamente afectada por el aporte del río que causó una contaminación bacteriana y elevados valores de turbiedad, en la época de lluvias.. En algunas zonas se encontraron altas concentraciones de mercurio en sedimento y tejido de pez (Gurrubata).

Zona Norte

En esta zona la calidad del agua del agua de mar fue normal, aunque los valores de transparencia se reportaron un poco bajos.

Puerto de Altamira

La calidad del agua no mostró características relevantes, excepto que el agua del fondo del interior del puerto presentó un abatimiento de los niveles de oxígeno en época de lluvias.

(2) Río Pánuco

El agua presentó niveles altos de turbiedad. Se presentaron niveles elevados en la concentración de bacterias y materia orgánica. Adicionalmente el contenido de mercurio fue elevado en sedimentos y en tejido del pez Gurrubata, el cual habita en el río.

(3) Laguna de Pueblo Viejo

La zona noreste de la laguna presenta una marcada influencia en la calidad del agua debida al río Pánuco. La calidad del agua tiene las mismas características que las del río Pánuco: valores altos de turbiedad, orgánicos y contaminación bacteriana, alta concentración de mercurio en sedimento y acumulación en tejido del pez Gurrubata.

(4) Laguna del Conejo

La Laguna del Conejo registró los valores más altos de los parámetros de contaminación evaluados. La laguna es altamente eutrófica y presenta una contaminación por materia orgánica. Sin embargo.

La Tilapia y el Bagre, que se encontraron en la laguna, no presentan signos de una acumulación anormal de metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos en sus tejidos.

2.4. Fuentes de Contaminación del Agua

Se considera que las descargas industriales y municipales ejercen impactos significativos sobre la calidad de los cuerpos de agua y el ecosistema costero en el área de Tampico. Se ha estimado que la carga total de contaminación orgánica (en términos de DQO) de descargas de aguas residuales industriales y municipales identificadas (fuentes puntuales) es de 56 ton/día, de las cuales para desechos municipales se estiman 42 ton/día (74%). Existe un plan para construir plantas de tratamiento públicas, esperando con esto reducir la carga de DQO a 9 ton/día en el futuro. Muchos domicilios no están conectados al drenaje, incluyendo aquellos de la cabecera de la laguna de Pueblo Viejo, y las descargas ilícitas a lo largo de la parte baja del río Pánuco.

Las aguas residuales de la planta química que descarga dentro del mar a la altura de Playa Miramar, tienen una alta concentración de fierro. Los impactos de esta descarga al ambiente no han sido lo suficientemente investigados.

El método actual de disposición de desechos sólidos puede contaminar suelos y acuíferos. Los desechos son colectados sin separación en diferentes tipos de contenedores y descargados en sitios diseñados o en sitios ilegales, los cuales se localizan cerca del río Pánuco en la ciudad de Tampico y en la parte norte de la ciudad de Altamira. No se aplica ningún tratamiento a los desechos descargados. Sin embargo, los impactos de esta actividad no han sido investigados.

2.5. Sistema actual de Monitoreo de la Calidad del Agua

(1) Organización

La CNA es la responsable del uso eficiente del agua y su conservación. Por lo tanto, los deberes de la CNA incluyen el monitoreo de la calidad del agua de aguas continentales y costeras. Específicamente, esta tarea pertenece a la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la Subdirección general Técnica de la CNA. Actualmente, la CNA tiene un Laboratorio Nacional de Referencia en la ciudad de México y 13 Laboratorios Regionales. El Laboratorio de Tampico es el laboratorio regional de la región Golfo Norte. Por lo tanto, estos laboratorios, incluyendo el de Tampico, están comprometidos en el monitoreo de agua dulce exclusivamente, y carecen de habilidad y del equipo requerido para el muestreo y análisis de aguas costeras.

La Secretaría de Marina ejecuta algunos trabajos de monitoreo en zonas costeras dentro de su responsabilidad. Pero este monitoreo no es regular y los parámetros monitoreados están limitados solamente a los básicos.

(2) Plan actual de Monitoreo de la Calidad del Agua - PROMMA

La CNA está efectuando un proyecto llamado Programa de Modernización del Manejo del Agua" (abreviado en español como PROMMA). Iniciado en 1996 con apoyo financiero del Banco Mundial, el PROMMA es un programa institucional que ayuda a fortalecer las bases técnicas requeridas para el desarrollo sustentable y el manejo de los recursos acuáticos en el país. Los objetivos del programa incluyen lo siguiente:

- Fortalecimiento de los recursos humanos;
- Modernización de la infraestructura para el monitoreo y el manejo de los datos;
- Integración del manejo del recurso hidráulico; y
- Descentralización de la administración, distribución y control de los usos del agua.

Los subcomponentes del PROMMA más relevantes para el presente estudio, son la Modernización de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua y la Modernización de la Red Nacional de Laboratorios.

Se ha propuesto que la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua incluya los siguientes componentes:

Red primaria: Esta red tiene como objetivo a evaluar periódicamente las condiciones de los cuerpos de agua que tienen importancia regional en términos de usos del agua y susceptibilidad a la contaminación. Este monitoreo indica la tendencia a largo plazo de los cambios en la calidad del agua. Las actividades de monitoreo de esta red para agua dulce inició en 1999.

Red Secundaria: Esta red pretende identificar la contaminación de los cuerpos de agua que reciben descargas de aguas residuales de industrias, municipios y agricultura. Los monitoreos incluirán comúnmente sustancias tóxicas. Los sitios prioritarios en esta red no han sido completamente decididos.

Existen otros dos componentes llamados "Estudios Especiales" y "Emergencias Hidroecológicas". La Tabla 2.2 muestra el número recomendado de estaciones de monitoreo para la red primaria.

Tabla 2.2 Número de Estaciones de Monitoreo de la Red Primaria recomendadas para el PROMMA

Categoría del Cuerpo de Agua	Número de Estaciones de Monitoreo
Aguas Superficiales	**201**
Ríos	143
Corrientes y arroyos	3
Presas	29
Lagos y Lagunas	20
Canales y Descargas	6
Aguas Subterráneas	**103**
Aguas Costeras	**98**
Bahías y Puertos	52
Lagunas	22
Islas	3
Estuarios, cabos y puntas	21
Total	**402**

Fuente: CAN

El número total de estaciones de la Red Primaria es de 402, de las cuales 98 se diseñaron para aguas costeras. Los sitios de monitoreo de aguas costeras no han sido decididos. Se recomiendan los parámetros comunes para calidad del agua que son monitoreados en agua dulce como DBO (o DQO), NH_3-N, NO_3-N, PO_4-P, conductividad, OD, SST y coliformes fecales.

La Modernización de la Red Nacional de Laboratorios, otro importante componente del PROMMA, ayudará a efectuar los siguientes tres objetivos:

- A estandarizar, operar y mantener una red de laboratorios con objeto de desarrollar estudios y proyectos para el manejo y conservación de los recursos hidráulicos en el país,

- Asegurar los requerimientos analíticos para la operación de la Red Nacional de Monitoreo y los estudios de calidad del agua, y
- Obtener datos útiles que sean seguros, precisos, verificables y confiables.

El plan original de la Red Nacional de Laboratorios comprende un Laboratorio Nacional de Referencia, 13 Laboratorios Regionales y 20 Laboratorios Estatales. Pero debido a la reducción de presupuesto, los Laboratorios estatales serán cerrados. Los planes de CNA son introducir laboratorios móviles.

(3) Laboratorio de Tampico

El laboratorio de Tampico se localiza en un área residencial de Ciudad Madero. El edificio construido como una residencia en 1979 fue habilitado por la CNA como laboratorio en 1992. Hay 19 personas incluyendo a la Jefa de Laboratorio. Siete miembros son graduados de la Universidad en Ingeniería Química o Química, 2 en farmacología y 10 miembros a nivel de secundaria.

Los analistas están organizados en 5 grupos, tal como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Responsabilidades del Grupo de Analistas del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

Grupo de Analistas	Principales parámetros a su Cargo
Fisicoquímicos	pH, conductividad, turbiedad, color, grasas y aceites, sólidos suspendidos, sales minerales, dureza, alcalinidad, sulfatos.
Materia orgánica	OD, DBO, DQO
Nutrientes	Nitrógeno inorgánico, nitrógeno total, fósforo inorgánico.
Sustancias tóxicas y dañinas	Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), cromo hexavalente, fenoles.
Bacterias	Bacterias coliformes

Fuente: CNA.

Aunque la mayoría de los análisis se han efectuado en muestras de agua dulce, algunas muestras de desechos industriales fueron analizados en 1998. Ninguna muestra de agua marina fue analizada antes del presente estudio.

La mayor parte del equipo de laboratorio fue adquirido hace 15 o 20 años. Aunque las unidades de equipo han recibido el mantenimiento adecuado, existen problemas en la eficiencia y control de calidad. Hay una carencia de herramientas de reparación y cristalería, que incluyen pipetas y tubos. JICA proporcionó unidades analíticas nuevas que incluyeron, un espectrofotómetro de absorción atómica, un cromatógrafo de gases, un espectrofotómetro y un analizador de Carbono Orgánico Total para ejecutar el presente estudio.

3. Políticas de Planeación para el Monitoreo de la Calidad del Agua Costera

Este capítulo describe la política de planeación del monitoreo de calidad del agua en la zona costera, incluye a la dependencia responsable, las condiciones y el concepto de planeación y los componentes del monitoreo.

3.1. Objetivos y Funciones del Monitoreo de Calidad del Agua Costera

Monitoreo de la Calidad del Agua Costera es una de las herramientas para el Manejo Ambiental Costero. Consiste en el muestreo y análisis realizados utilizando protocolos aceptados y procedimientos de control de calidad. Los resultados de los análisis proporcionan información valiosa para apoyar a los tomadores de decisiones en lo siguiente:

1) El establecimiento de un plan de manejo ambiental adecuado;
2) Revisión del plan de manejo ambienta;
3) El manejo apropiado y el uso del agua y las áreas acuáticas;
4) La prevención de la deterioración ambiental; y
5) El control de la contaminación.

Específicamente, los datos obtenidos del monitoreo de la calidad del agua pueden ser la base para evaluar el estado actual de la calidad del agua de acuerdo a los lineamientos y a la legislación ambiental aplicable. Se pueden desarrollar modelos de simulación que puedan explicar el mecanismo de la contaminación existente en los cuerpos de agua y que permitan predecir las condiciones futuras de la calidad del agua en diferentes escenarios. Los datos obtenidos también se pueden utilizar para identificar las posibles fuentes de contaminación y permitir así, un cumplimiento más estricto de las leyes. Además, se pueden preparar medidas de control de la contaminación para resolver problemas inmediatos. En la Figura 3.1, se presenta una imagen completa de las diferentes funciones del monitoreo de la calidad del agua.

3.2. Condiciones Necesarias para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

Continuo y consistente son las dos primeras palabras clave en el monitoreo de la calidad del agua. Se puede fortalecer una base de datos de las condiciones de la calidad del agua mediante las actividades del monitoreo continuo. Por lo tanto, respaldado por los datos de monitoreo actuales, se puede llevar a cabo una comparación más eficiente entre los datos

actuales e históricos. También es importante darse cuenta de la necesidad de un método de muestreo y de análisis consistente. Ligando este aspecto fundamental con la continuidad, la utilización de los métodos consistentes permitirá fortalecer la comparación de los datos. También es importante mencionar que los métodos de análisis y muestreo seleccionados deberán coincidir con los estándares globales para que sea posible una comparación de datos a nivel internacional, especialmente con los de los países vecinos. La tercera palabra clave es extensivo. Esto se refiere a la zona de cobertura del trabajo de monitoreo y sus beneficios, una vez más, relacionado con la comparación, esta vez con otras zonas de monitoreo. Estas palabras clave, continuo, consistente y cobertura extensiva, deberán tenerse en cuenta para la ejecución del Monitoreo de la Calidad del Agua de la Zona Costera.

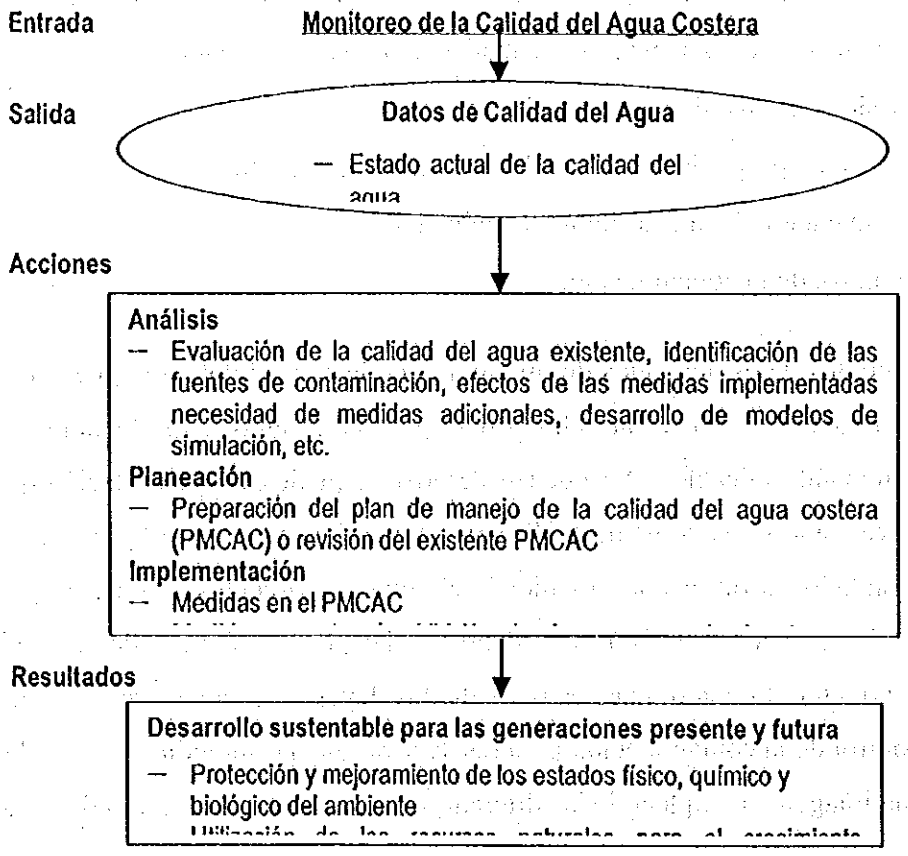


Figura 3.1 Función del Monitoreo en la Calidad del Agua en Zonas Costeras

3.3. Institución Ejecutora

La Comisión Nacional del Agua, CNA, por el derecho que le otorga la Ley de Aguas Nacionales de 1992, es la responsable del cuidado de la conservación y el uso del agua, mediante la administración del recurso en todo el país. La CNA esta bajo la jurisdicción de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP, una rama del Poder Ejecutivo Federal.

El monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras es responsabilidad de la CNA. Sin embargo, debido a las restricciones presupuestales, tienen dos opciones factibles, como se menciona a continuación:

1) La Iniciativa de Programa de Monitoreo de la CNA
2) Programa de Monitoreo Descentralizado

En la primera opción, la CNA será la punta de lanza para mejorar los Laboratorios Regionales en los diferentes estados, así como del establecimiento de Oficinas de Monitoreo en zonas prioritarias. La segunda opción involucra el establecimiento de Laboratorios Estatales que sean propiedad de las entidades federativas, y el mejoramiento de la capacidad mediante laboratorios de monitoreo y de analistas certificados. La Tabla 3.1 señala las ventajas y desventajas de estas dos opciones, mientras que los organigramas propuestos están representados en la Figura 3.2. De acuerdo a la política de descentralización del gobierno Mexicano, el Equipo de Estudio propone deslindar la responsabilidad de manera gradual, por ejemplo, de CNA hacia los Gobiernos Estatales. La CNA, puede implementar primero el monitoreo de la calidad del agua costera, y después, los gobiernos de los estados se pueden hacer responsables de este trabajo una vez que su capacidad se vea fortalecida.

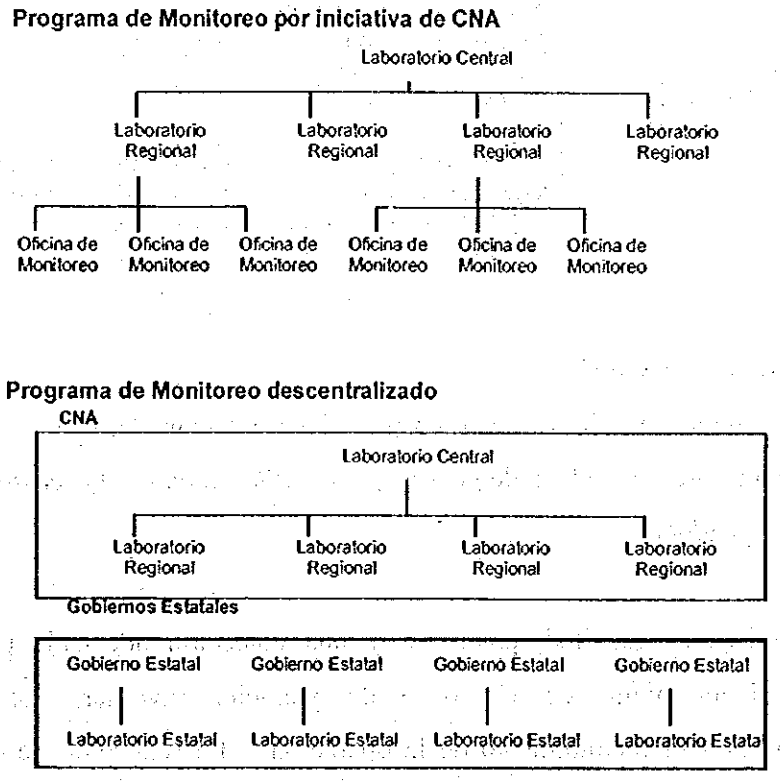


Figura 3.2 **Organigrama para las Opciones de la Red Nacional de Laboratorios para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras**

Tabla 3.1 Opciones para el Establecimiento del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

Opciones	Ventajas	Desventajas
Programa a cargo de CNA	• Los recursos de la CNA pueden ser utilizados	• CNA debe proporcionar más equipo y recursos humanos • El costo de monitoreo debe ser cubierto por la CNA
Monitoreo Programa de descentralizado	• Los costos de monitoreo pueden ser compartidos por CNA y los Gobiernos Estatales • Las características de los Estados pueden ser consideradas para el monitoreo ambiental	• Actualmente, los Gobiernos Estatales no tienen capacidad técnica • La capacidad financiera de los Gobiernos Estatales es débil

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Actualmente, existen otras instituciones que realizan el monitoreo y análisis, como por ejemplo la Secretaría de Marina, la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, la Secretaría de Salud y la Secretaría de Turismo. En este caso, la CNA puede compartir la implementación de calidad del agua costera con estas instituciones como se indica en la Tabla 3.2. Este arreglo debe ser dirigido por la CNA para asegurar el seguimiento de los procedimientos de operación estándar durante el muestreo y el análisis, para así enfatizar la necesidad de fortalecer el monitoreo de calidad del agua en las zonas costeras.

Tabla 3.2 Monitoreo de la Calidad del Agua Costera Compartido

Dependencias relacionadas	Actividades de monitoreo
CNA	planeación, coordinación monitoreo en áreas industriales, lagunas
Secretaría de Marina	monitoreo mar adentro
Secretaría de Comunicaciones y Transportes	monitoreo en puertos
Secretaría de Salud	monitoreo de playas recreativas y zonas de cultivo
Instituto Nacional de la Pesca (INP)	lagunas costeras importantes desde el punto de vista de conservación de los recursos pesqueros
Secretaría de Turismo	Monitoreo de sitios turísticos

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

3.4. Concepto de Planeación

El programa de monitoreo de la zona costera debe intentar desarrollar y mejorar las capacidades de monitoreo con el fin de *generar datos útiles*, *mejorar los costos de operación* y *lograr un estándar global*.

Datos útiles significan, exactitud, precisión, y una colección adecuada para el manejo ambiental. El mejoramiento de los costos de operación involucra dos aspectos: la reducción de costos y el mejoramiento de la operación. La reducción de costos se logra mediante un método de monitoreo estandarizado. Además, los datos colectados periódicamente pueden utilizarse para identificar cualquier tendencia de cambio en la calidad

del agua, para así eliminar la necesidad de equipo de alta tecnología. Los datos obtenidos también pueden ser utilizados para la conservación del ecosistema y el manejo de los recursos pesqueros, de los recursos turísticos, y de otros. Existe una necesidad de desarrollar métodos analíticos y de muestreo aceptados internacionalmente que permitan la comparación de los datos de monitoreo con los países vecinos.

3.5. Componentes del Monitoreo

Las zonas costeras incluidas en el Programa de Monitoreo en la Zona Costera incluyen lagunas costeras, ríos, puertos, y las áreas dañadas por actividades antropogénicas.

A continuación se describen los componentes del monitoreo de la calidad del agua como se definen dentro del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua.

(1) Zonas de Muestreo

Las muestras de agua y sedimento se deberán tomar de las zonas de aguas costera afectadas por las actividades humanas, las lagunas costeras, los ríos (de la boca hasta río arriba y hasta el punto donde el agua del río se ve afectada por el agua de mar) y los puertos marinos. Con fines de trabajo de monitoreo, las aguas costeras se definen como el área de 5 a 10 Km desde línea de costa

(2) Parámetros de Monitoreo

Las muestras tomadas durante el monitoreo se utilizarán para medir las condiciones químicas de las aguas. Las condiciones biológicas en las aguas costeras son identificadas indirectamente por el OD, el nitrógeno, el fosfato y la clorofila. En el futuro, se medirán parámetros biológicos.

(3) Estaciones de Monitoreo

Como principio, el monitoreo de la calidad del agua costera debe ser implementado al nivel nacional. Sin embargo, considerando que es imposible debido a las restricciones presupuestales, se recomienda que el monitoreo se lleve a cabo en las zonas prioritarias, y posteriormente se expanda para cubrir otras zonas

- áreas industriales,
- sitios turísticos,
- áreas de pesca/conservación de recursos pesqueros, y
- áreas protegidas/reservas ecológicas.

(4) Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia de monitoreo depende de los parámetros que serán medidos. Los parámetros que son sensibles a los cambios ambientales se deben monitorear periódicamente, tal como lo es el OD, la materia orgánica y los nutrientes, y aquellos que identifican la acumulación de la carga contaminante incluyendo a los metales pesados, se deberán medir dos veces al año durante la época de lluvias y la de estiaje.

4. Lineamientos para el Monitoreo Nacional de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

Este capítulo presenta los Lineamientos para el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en zonas Costeras basado en la política de planeación expuesta en el Capítulo 3. Los lineamientos se pueden aplicar para planear el monitoreo de calidad del agua en zonas costeras para otras áreas. El plan de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras se puede preparar con los lineamientos y un estudio de campo preliminar.

4.1. Cobertura de los lineamientos

Los lineamientos deberán consistir de los seis siguientes componentes:

- Red de Monitoreo y de Laboratorios;
- Muestreo;
- Manejo de Laboratorio;
- Manejo de Datos;
- Desarrollo de Recursos Humanos; y
- Programa de Monitoreo Especial.

La estructura de las componentes antes mencionadas se describe en las Figura 4.1, enseguida se ofrece una breve explicación de cada componente.

4.2. Lineamientos propuestos para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

(1) Red de Monitoreo y de Laboratorios

Se propone el establecimiento de una red monitoreo de calidad del agua en la zona costera, basado en la existencia de la red de laboratorios de la CNA, con el fin de evitar cambios drásticos que puedan causar un conflicto administrativo. Las diferentes organizaciones que formarán la red de laboratorio son el Laboratorio Central, el Centro de Referencia de Tampico, los Laboratorios Regionales, y las Oficinas de Monitoreo.

El Laboratorio Central formulará el plan de monitoreo de calidad del agua general tanto para el monitoreo de aguas dulces como el de aguas costeras, así como también administrará una base de datos integrada para el manejo de la información generada. El Centro de Referencia de Monitoreo de la Calidad del Agua en Zona Costera, proporcionará la información sobre el ambiente costero de México a los tomadores de decisiones para formular las políticas del manejo costero. La Figura 4.2 muestra el plan para la Red de Laboratorios y Monitoreo.

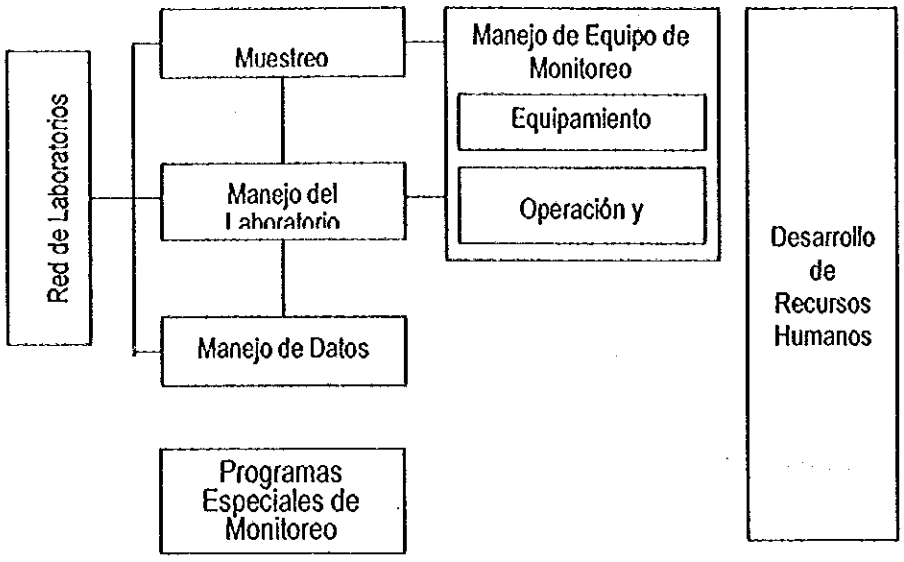


Figura 4.1 Estructura de los Lineamientos para el Manejo de la Calidad del Agua en las Zonas Costeras

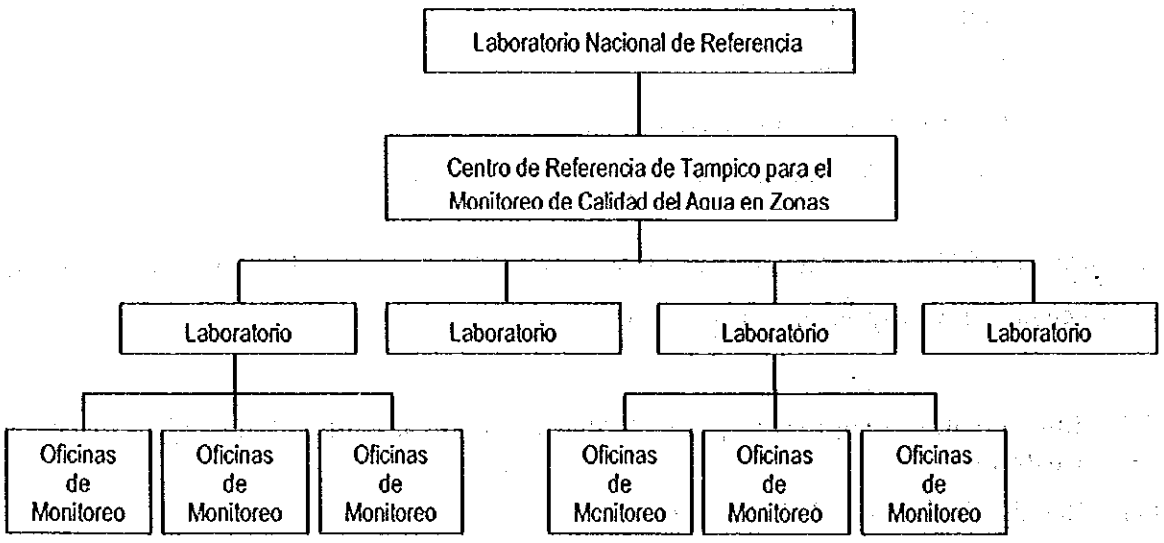


Figura 4.2 Red Nacional de Laboratorios y Monitoreo

Los laboratorios regionales deberán realizar el monitoreo de sus respectivas zonas, incluyendo el muestreo y el análisis. Se recomienda que las Oficinas Locales de Monitoreo se establezcan en áreas estratégicas, tales como las urbanas, industriales y las zonas pesqueras, donde se pueda realizar el muestreo y el análisis in situ.

(2) Muestreo

El equipo de estudio determinó la metodología de monitoreo de calidad del agua como sigue:

- Muestreo: El muestreo para el monitoreo de la calidad del agua se realiza en dos niveles, considerando la influencia del río y la reacción biológica llamada fotosíntesis. Por otra parte, las muestras de sedimento se toman de la superficie del lecho, ya que proporcionan información sobre las características del agua y las

tendencias de contaminación.

- Estaciones de monitoreo: La distribución de las estaciones de muestreo para el monitoreo de la calidad del agua depende de la forma de la línea de costa. Se utilizan dos tipos de patrones de distribución, el de malla y el radial. El patrón de distribución radial es adecuado para la desembocadura de un río.
- Parámetros de Monitoreo: Existen dos tipos de parámetros de monitoreo que deben ser analizados: los básicos y los tóxicos. Los parámetros básicos indican las características de los cambios estacionales mientras que los parámetros tóxicos indican la acumulación de contaminantes (ver Tabla 4.1).
- Frecuencia de Monitoreo: Los parámetros básicos de calidad del agua se deberán monitorear cada dos meses mientras que los parámetros tóxicos de calidad del agua, así como los parámetros básicos y tóxicos de sedimentos, se deberán medir dos veces al año, durante las épocas de estiajes y de lluvias.

Tabla 4.1 Parámetros de Monitoreo para la Zona de Tampico

Muestras		Parámetros
Calidad del Agua	Parámetros básicos	Temperatura del agua, salinidad, transparencia, pH, Oxígeno Disuelto, Sólidos Suspendidos, Demanda Química de Oxígeno, NO_3-N, NO_2-N, NH_4-N, N total, PO_4-P, Fósforo total, Clorofila-a, Coliformes Totales y Fecales.
	Parámetros tóxicos	Extractos de hexano, Cd, Pb, Cu, Zn, Hg total, As y Cr^{+6}.
Sedimento	Parámetros básicos	Potencial de Reducción de Oxígeno, distribución de tamaño de partículas, pérdida por ignición, Demanda Química de Oxígeno, Sulfuro.
	Parámetros tóxicos	Cd, Pb, Cu, Zn, Hg total, As, Cu,

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(3) Manejo del Laboratorio

El manejo del laboratorio es un término colectivo para indicar la estructura organizacional, el edificio, el equipo e instalaciones, el manejo de reactivos, el manejo de los residuos sólidos y de las aguas residuales de los laboratorios regionales.

Las oficinas que se encontrarán en los laboratorios regionales serán la Sección Administrativa, la Sección de Planeación y la Sección de Análisis/Muestreo. Todo esto se deberá encontrar en un edificio de 1000 m^2, con 5 a 6 áreas de laboratorios, cada una de 50 a 60 m^2.

El equipo de muestreo para el monitoreo de la calidad del agua se puede dividir en dos tipos: el equipo de muestreo y el equipo de laboratorio. El equipo de muestreo está enlistado en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Listado de Equipo del Equipo de Muestreo

Campo	Equipo
General	Salvavidas, GPS, compás, medidor de profundidad, hieleras.
Muestreo de agua	Indicador de color Forel, disco Secchi, potenciómetro, botella Van Dorn, embudo de plástico, botellas de muestreo
Muestreo de sedimentos	Draga Eckman Berge, Draga Smith-McIntyre, botellas para sedimento.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

El equipo debe ser revisado diaria y periódicamente. Los resultados de la revisión se deben registrar adecuadamente en las formas establecidas. Cualquier indicio de falla o defecto en las instalaciones o en el equipo se debe reportar a la persona responsable.

Para realizar los análisis, se utilizan varios reactivos. Estas sustancias son fuertemente tóxicas y combustibles, se deben manejar con cuidado extremo. Lo que es más, se deben conservar en un cuarto oscuro y templado, que debe permanecer cerrado. Cualquier uso de los reactivos debe ser aprobado registrado adecuadamente.

El uso de sustancias tóxicas y sus descargas subsecuentes se deben evitar lo más posible. Una manera de lograr esto es reducir la cantidad de muestra para el análisis. Para lograr esto, será necesario utilizar equipo altamente sensitivo. También es importante conservar un registro de todos los procesos de análisis, incluyendo entre otras cosas, la fecha, los parámetros analíticos, el volumen, el método de tratamiento y el nombre de la persona responsable.

Los residuos sólidos de los laboratorios se deben manejar apropiadamente. Se deben separar los residuos por tipos y disponerse en los recipientes adecuados, que no sean susceptibles de corrosión o cualquier otro tipo de daño. Es necesario que se almacenen adecuadamente hasta que sea el momento de procesarlos.

Debe de existir una red de información de emergencias para lidiar con los accidentes desde los primeros indicios. El acceso a los extinguidores debe ser fácil y rápido. Es importante realizar simulacros de incendios y evacuación.

(4) Manejo de Datos

El primer paso para manejar los datos adecuadamente es asegurarse que cada individuo involucrado esté orientado completamente a cumplir sus tareas. Para lograr esto, es necesario establecer procesos de operación estándares sencillos y fáciles de seguir.

Mientras tanto, la credibilidad de los datos se puede asegurar llevando a cabo medidas como el mantenimiento y la evaluación del equipo utilizado, el pretratamiento de las muestras si es necesario, y el ajuste del equipo analítico. También se debe llevar a cabo pruebas de intercalibración para probar la credibilidad de los laboratorios. Es importante que se registren los resultados de los análisis.

(5) Desarrollo de los Recursos Humanos

Las actividades del monitoreo de la calidad del agua, incluyendo el muestreo, el análisis de agua y sedimento, y el manejo de datos, requieren conocimientos de los procesos físicos, biológicos y químicos del ambiente costero. Debido a esto, el personal de monitoreo de la calidad del agua costera debe poseer las habilidades y conocimientos necesarios para hacer su trabajo.

Existen dos formas de llevar acabo el desarrollo de los recursos humanos: uno es el entrenamiento sobre la marcha y la otra es la capacitación externa. Como indica el primero, las habilidades se adquieren en el campo o a través del trabajo diario en el laboratorio observando y preguntando y compartiendo información. La capacitación externa involucra seminarios y conferencias. El Centro de Referencia de Tampico puede funcionar como centro de entrenamiento para el monitoreo de la calidad del agua. Parte del personal podría ser enviado a la Universidad de Baja California a estudiar ciencias marinas o se podría contratar a la universidad para dar una conferencia en ambiente costero, El PROMMA podría ser tomado en cuenta para financiar estas capacitaciones.

5. Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua para la Zona Costera de Tampico

En este capítulo se presenta el Plan de Monitoreo de Calidad del Agua en la Zona Costera para el área de Tampico. El planteamiento de este plan esta basado en los lineamientos para el monitoreo, tal como se discute en el Capítulo 4, con los resultados del Monitoreo Piloto realizado en la zona de Tampico.

El Plan de Monitoreo de Calidad del Agua en la Zona Costera para el área de Tampico servirá como modelo para preparar los planes de monitoreo de calidad del agua en otras áreas de México. Existirán dos organizaciones importantes de monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras. Uno es el Laboratorio de Tampico y el otro es el Centro de Referencia para el Monitoreo Nacional de la Calidad del Agua Costera.

5.1. Etapas para el Desarrollo del Plan

El Laboratorio de Tampico deberá ser desarrollado en tres etapas, en un periodo de 10 años. Esto se explica en la Figura 5.1 y las metas para cada etapa están dadas en la Tabla 5.1:

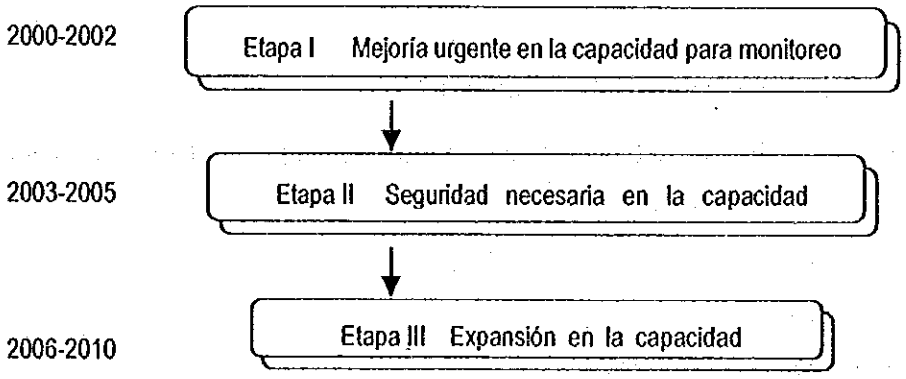


Figura 5.1 Desarrollo del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico por años.

El Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua Costera se deberá establecer en el 2004 y ser operativo en 2005, de acuerdo al siguiente calendario:

- Diseño Básico : 2001
- Diseño Detallado : 2001
- Trabajo de Construcción: 2002 – 2004
- Pre-Operación : 2004
- Operación : A partir del 2005

Tabla 5.1 Metas del Desarrollo del Laboratorio de Tampico como Laboratorio de Monitoreo

Etapa I 2000 -2002	Las actividades de monitoreo serán establecidas como trabajo de rutina. Con el fin de conducir monitoreos periódica y continuamente, se deben mejorar los recursos fundamentales como por ejemplo los equipos de monitoreo y de análisis, así como contar con el instrumental apropiado. Se requiere que se adquieran las habilidades básicas para el monitoreo de al menos los parámetros básicos
Etapa II 2003 - 2005	Se deben llevar a cabo microanálisis incluyendo sustancias tóxicas, con un sistema de control de calidad. Al final de la etapa II, se deben establecer habilidades generales en monitoreo costero. Sería razonable que el laboratorio de Tampico sea transferido a un edificio adecuado al final de la Etapa II
Etapa III 2006 - 2010	En la etapa III se ataca un nuevo tipo de problemas ambientales costeros como los causados por nuevas sustancias tóxicas, trazas de las cuales se acumulan en la vida marina y el cuerpo humano.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5.2. Laboratorio de Tampico y Centro de Referencia

El Laboratorio de Tampico deberá ser reestructurado con el fin de desempeñar adecuadamente sus responsabilidades como Laboratorio de Monitoreo para la Calidad del Agua en Zonas Costeras. Con esta finalidad, los laboratoristas deberán ser asistir a cursos de capacitación de manera regular.

El Centro de Referencia deberá funcionar como la oficina central para el Programa de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras, de manera específica funcionará como:

- Laboratorio de Referencia para el monitoreo de la calidad del agua costera.
- Centro de manejo de datos del monitoreo de la calidad del agua costera, y
- Centro de entrenamiento para el monitoreo de la calidad del agua costera.

5.3. Plan de Muestreo y Análisis de Calidad del Agua

Con base en los resultados del Monitoreo Piloto realizado en 1999, se recomienda el monitoreo de las siguientes zonas:

- zona costera,
- río Pánuco,
- laguna de Pueblo de Viejo, y
- laguna de Marismas.

El monitoreo de la calidad del agua costera incluye muestreos de agua y sedimentos. En total, hay 26 estaciones de monitoreo para muestreo de agua y 16 para muestreo de sedimentos, las cuales serán establecidas como se muestra en las Figuras 5.2 y 5.3 y como se enlistan en la Tabla 5.2. Las estaciones primarias se localizan en áreas típicas y en áreas afectadas por la contaminación. Las estaciones secundarias sirven para la identificación complementaria de los patrones de distribución horizontal y vertical de la calidad del agua.

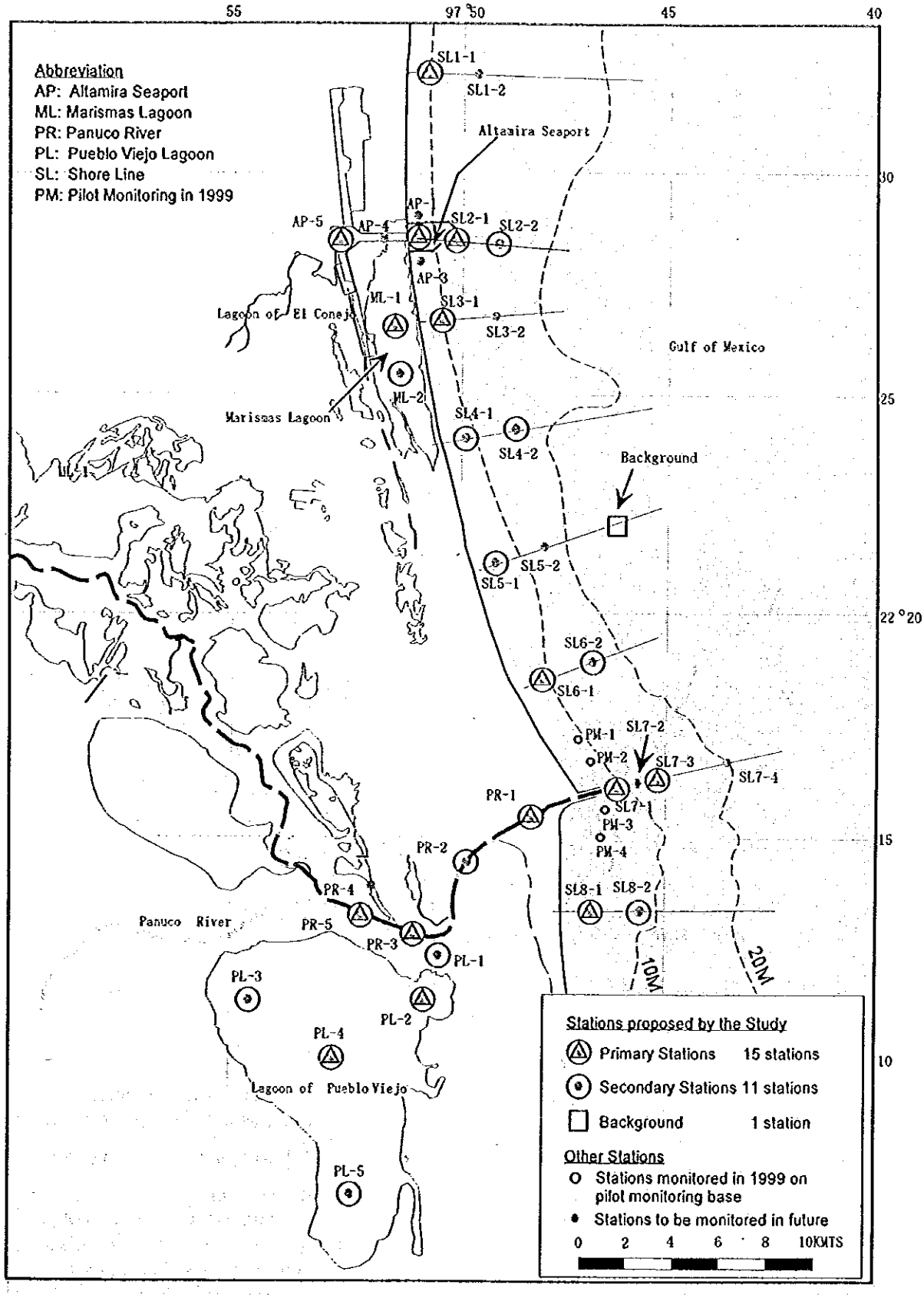


Figura 5.2 Localización de los Sitios de Monitoreo de Calidad del Agua en Tampico

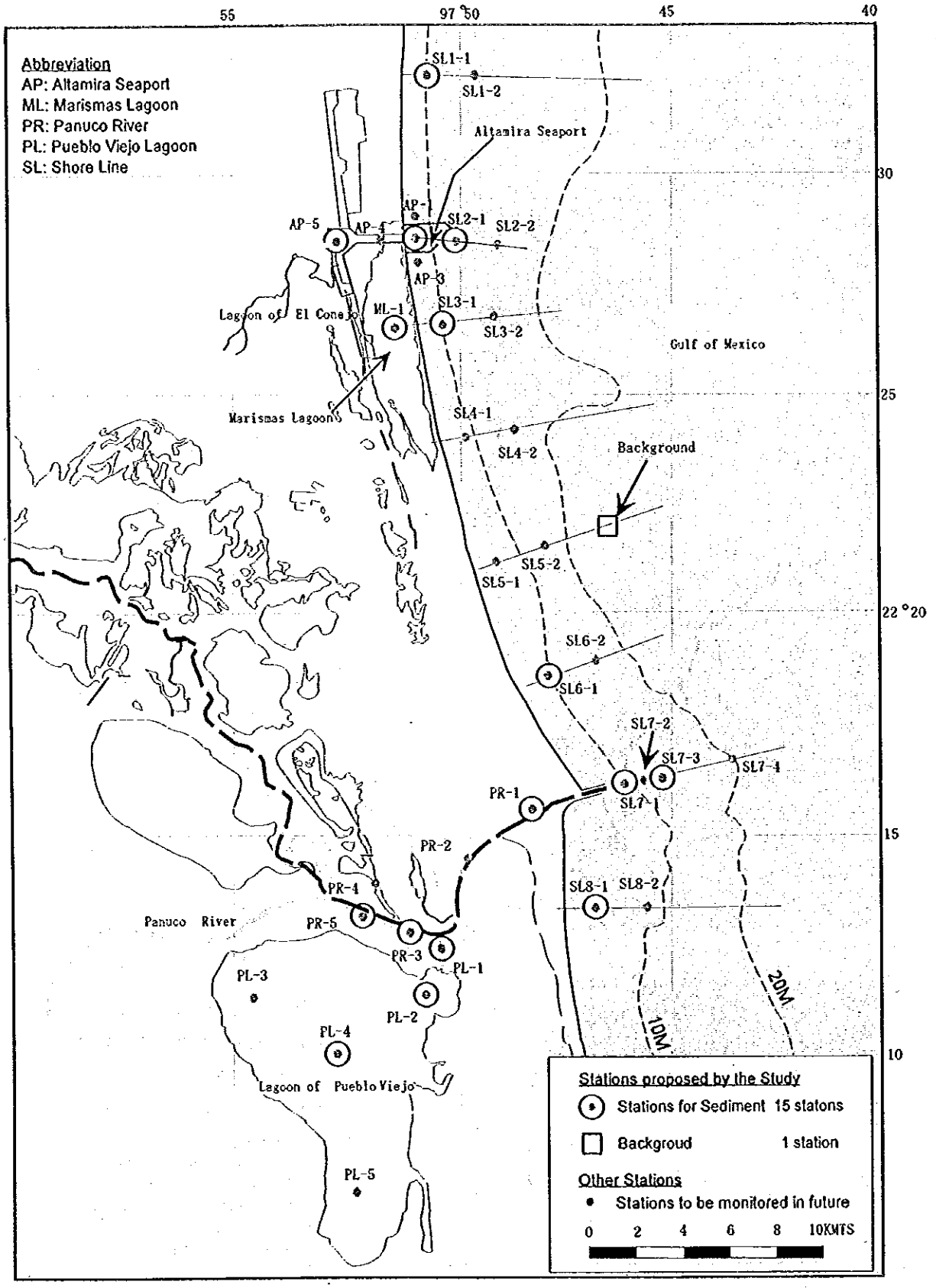


Figura 5.3 Localización de los Sitios de Monitoreo de Sedimentos en la Zona de Tampico

Tabla 5.2 Número de Estaciones de Monitoreo en la Zona de Tampico

Sitios de Monitoreo	Calidad del Agua								
	No. de Estaciones	Parámetros Básicos				Parámetros Peligrosos		No. de estaciones	Todos los parámetros
		6 veces/año		2 veces/año		2 veces/año			2x/año.
		superf	vertical	superf	vertical	superf	vertical		Top sed.
Zona Costera	16	0	10	0	6	10	0	10	10
Primaria	10	0	10	0	0	10	0	10	10
Secundaria	6	0	0	0	6	0	0	-	-
Río Pánuco	4	0	3	0	1	3	0	3	3
Primaria	3	0	3	0	0	3	0	3	3
Secundaria	1	0	0	0	1	0	0	-	-
Laguna de P. Viejo	4	2	0	2	0	2	0	2	2
Primaria	2	2	0	0	0	2	0	2	2
Secundaria	2	0	0	2	0	0	0	-	-
Laguna del Conejo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Secundaria	0	0	0	0	0	0	0	-	-
Laguna de Marismas	2	1	0	1	0	1	0	1	1
Primaria	1	1	0	0	0	1	0	1	1
Secundaria	1	0	0	1	0	0	0	-	-
Total	26	3	13	3	7	16	0	16	16
Primaria	16	3	13	0	0	16	0	16	16
Secundaria	10	0	0	3	7	0	0	-	-
No. de muestras	-	3	26	3	14	16	0	16	16

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Nota: Estaciones de monitoreo con solo muestreo superficial: 0.5 m bajo la superficie del agua
Estaciones de monitoreo con muestreo en la vertical: 0.5 m y 10 m bajo la superficie del agua

La frecuencia del monitoreo depende de los parámetros a medir. Por medio de parámetros básicos de monitoreo, se pueden identificar las características de los cambios estacionales en la calidad del agua, mientras que el monitoreo de las sustancias tóxicas ayuda a identificar la acumulación de la contaminación. Debido a que Tampico cuenta con las refinerías de petróleo más grandes de México, siempre está presente la amenaza de un derrame de petróleo o de otros contaminantes. Por lo tanto, los parámetros básicos de calidad del agua deben ser monitoreados cada dos meses, mientras que los parámetros tóxicos deben ser monitoreados durante las estaciones de sequía y lluvias. La tabla 5.3 y 5.4 enlista los parámetros y frecuencias de monitoreo para la zona de Tampico. Además, se recomienda que como parte de un Programa de Monitoreo Especial para la zona de Tampico, algunos plaguicidas organoclorados tales como el aldrín, dieldrín, y endrín sean monitoreados hasta que no se encuentren trazas de estas sustancias en por lo menos tres años.

Tabla 5.3 Parámetros de Monitoreo para la Zona de Tampico

Muestras		Parámetros
Calidad del Agua	Parámetros Básicos	6 veces/año: temperatura del agua, salinidad, transparencia, pH, OD, SS, DQO, NH_4-N, NO_2-N NO_3-N, N-T, PO_4-P, P-T, Clorofila a, Coliformes totales, Coliformes fecales, Extractos de hexano
	Parámetros Peligrosos	2 veces/año: Cd, Pb, Cu, Zn, Hg-T, As, Cr^{6+}
	Programa de Monitoreo Especial	6 veces/año: extractos de hexano 2 veces/año: Hidrocarburos, Surfactantes, plaguicidas organoclorados (aldrín, dieldrín, endrín, clordano, DDT)
Sedimentos	Parámetros Básicos	2 veces/año: ORP, Distribución de tamaño de partícula en sedimentos, Pérdida por ignición, DQO, Sulfuros,
	Parámetros peligrosos	2 veces/año: Cd, Pb, Cu, Zn, Hg-T, As

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Tabla 5.4 Frecuencia del Monitoreo de Calidads del Agua y de Sedimentos

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total.
Water Quality													
Primary Points													
Basic Parameters	O		O		O		O		O		O		6
Harmful Parameters			O						O				2
Secondary Points													
Basic Parameters			O						O				2
Harmful Substances													
Sediment													
Basic Parameters			O						O				2
Harmful Substances			O						O				2

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5.4. Plan de Manejo del Laboratorio

El plan incluye los siguientes componentes:

(1) Manejo del personal del Laboratorio

El Laboratorio de Tampico deberá tener tres secciones: Administración, Planeación y Muestreo/Análisis de Calidad. Incluyendo al Jefe de Laboratorio, el número total de expertos será 11, con 8 asistentes.

(2) Manejo del Edificio

Se recomienda que el Laboratorio de Tampico sea transferido a un nuevo edificio para el 2005. Dado que el edificio actual seguirá utilizándose para trabajos de análisis, se han propuesto varias mejorías a partir de las instalaciones y de la infraestructura necesaria, por ejemplo, tarjas y grifos, reguladores eléctricos, mejorías en el cuarto de almacenaje de reactivos, instalación de cubículos y refrigeradores para los reactivos.

(3) Manejo del Equipo e Instalaciones

Como se mencionó previamente, hay dos tipos de equipo de laboratorio: equipo de muestreo y equipo de análisis. La mayoría del equipo necesario está ya instalado en el Laboratorio de Tampico. Sin embargo, todavía existe carencia de equipo necesario, como salinómetros, termómetros, espectrofotómetros y computadoras personales. También es necesario instalar una planta de tratamiento de aguas residuales.

5.5. Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en la Zona Costera

El Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua Costera comprenderá seis secciones como sigue: Administración, Planeación, Manejo de la Red de Laboratorios, Manejo de Datos, Instalaciones y Equipo y Capacitación, como se muestra en la Figura 5.4, con las funciones indicadas en la Tabla 5.5. Deberá contar con instalaciones para el proceso de datos y para capacitación. El proceso de los datos debe de incluir el mantenimiento de la base de datos de calidad del agua en la zona costera y datos de GIS Las áreas de entrenamiento deberán incluir áreas de audiovisuales y salas de conferencias.

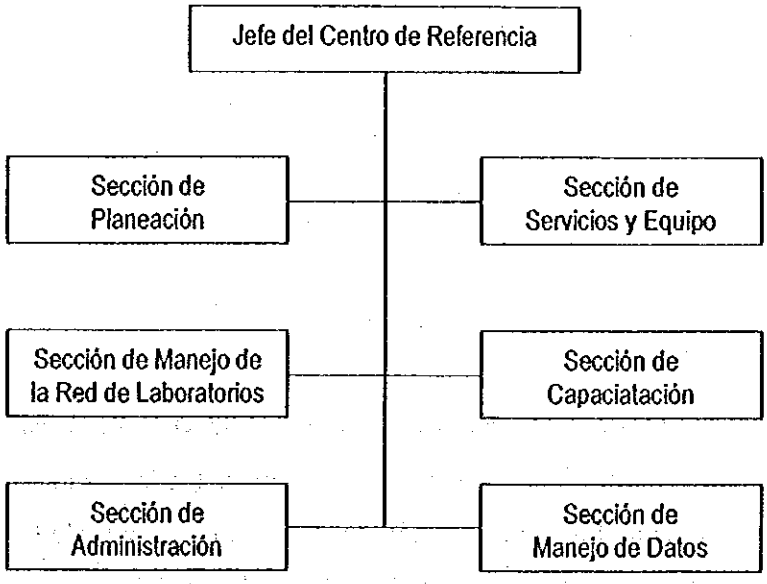


Figura 5.4 Organización del Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

Tabla 5.5 Funciones de las Diferentes Secciones del Centro de Referencia

Secciones	Sección Administrativa	Sección de Planeación	Sección de Manejo de la red de Laboratorios
Funciones	• administrar el edificio y los recursos • manejo del personal • manejo de presupuesto y contabilidad • manejo del equipo de monitoreo • manejo de las propiedades del laboratorio	• preparar el plan para el monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras • proporcionar el plan de monitoreo • preparar el informe de monitoreo • proporcionar la información necesaria para el manejo del agua y control de la contaminación en la zona para los que toman decisiones	• coordinar la red de laboratorios de monitoreo de calidad del agua en zonas costeras • implementar el control de calidad en el monitoreo de la calidad del agua en zonas costeras en la CNA • dar asistencia técnica en aspectos referentes a la implementación de muestreo y operación del laboratorio
Secciones	**Sección de Manejo de Datos**	**Sección de Instalaciones y Equipo**	**Sección de Entrenamiento**
Funciones	• recolectar los datos de monitoreo de los laboratorios regionales • compilar los datos de monitoreo • establecer y mantener el sistema de base de datos • preparar el informe de monitoreo • enviar los datos de monitoreo y informes de monitoreo	• manejo del equipo de monitoreo y las instalaciones del laboratorio • preparar el plan para el equipo y las instalaciones • compras de equipo e instalaciones • proporcionar equipo e instalaciones a los laboratorios regionales • dar asistencia técnica referente a la operación y mantenimiento del equipo de monitoreo • reparar el equipo de monitoreo • estudios del equipo y las instalaciones • diseño de las instalaciones del laboratorio	• preparar los programas de entrenamiento • implementar los programas de entrenamiento • preparar los materiales de entrenamiento

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Sería deseable que el Centro de Referencia y el Laboratorio de Monitoreo sean ubicados en un mismo edificio, así se compartirían instalaciones y equipos. En la Tabla 5.6 se muestra un concepto del diseño a detalle. La administración del sitio donde se guarde la embarcación, la cual será una combinación de oficina y almacén del muelle no debe ser responsabilidad del Centro de Referencia.

Tabla 5.6 Diseño Conceptual del Centro de Referencia para el Monitoreo de la calidad del Agua en zonas costeras

Actividad	Requerimiento		
Edificio principal 1,200 m2 (RC 2 plantas)	área de administración	1 cuarto	80 m^2
	sala de personal	6 cuartos	80 m^2 X 6 cuartos
	sala de computación	1 cuarto	50 m^2
	sala de conferencias	3 cuartos	50 m^2 X 3 cuartos
	cuarto de análisis*		
	cuarto de almacén de equipo	2 cuartos	40 m^2 X 2
	auditorio	1 cuarto	80 m^2
	biblioteca	1 cuarto	80 m^2
	estacionamiento	20 carros	
Almacén 100 m2 (Edificio prefabricado)	almacén del equipo de muestreo	1 cuarto	40 m^2
	taller de reparación	1 cuarto	60 m^2
Instalaciones del Edificio	potencia eléctrica apropiada		
	sistema de suministro de agua		
	aire acondicionado		
	sistema de tratamiento de agua (tanque séptico)		
Embarcadero (en el muelle, edificio prefabricado)	sala de personal	1 cuarto	40 m^2
	almacén	1 cuarto	25 m^2
	muelle	1	
	estacionamiento	para 10 carros	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

*: para ser compartido con el laboratorio regional Tampico

6. Ejecución del Proyecto

En este capítulo, se proponen los siguientes proyectos basados en el contenido de los capítulos 4 y 5 respectivamente: 1) un Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en la Zona Costera, y 2) el Monitoreo de Calidad del Agua en la Zona Costera de Tampico. Este último incluye el establecimiento del Centro de Referencia para el Monitoreo Nacional de Calidad del Agua en la Zona Costera. También se incluye en este capítulo los calendarios de ejecución propuestos y la estimación de costos.

6.1. Proyecto Propuesto

En principio, la red de monitoreo de la calidad del agua costera debe cubrir todas las áreas costeras de México. Pero la implementación simultánea en las áreas costeras en toda la nación es difícil por la situación financiera actual y por la ejecución de los trabajos de monitoreo de calidad del agua en la zona costera. Por esto, se requiere de una ejecución por etapas. Por lo tanto, se sugiere que el proyecto propuesto se enfoque inicialmente en las siguientes áreas prioritarias, las cuales presentan un alto riesgo en la contaminación del agua:

- Areas industriales
- Areas turísticas
- Areas pesqueras

(1) Componentes del proyecto

El proyecto propuesto se divide en las siguientes dos componentes:

1) Establecimiento de la red de monitoreo de la calidad del agua costera, y
2) Establecimiento del nuevo Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico y del Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.

(2) Objetivos

Los principales objetivos del proyecto propuesto son:

- Desarrollar una red de monitoreo de calidad del agua costera efectiva y eficiente; y
- Reestructurar el Laboratorio de Tampico actual para cubrir las necesidades de un laboratorio de monitoreo y de un centro de referencia para el monitoreo de calidad del agua en zonas costeras.

(3) Instituciones ejecutoras

La implementación del proyecto propuesto debe unir en compromiso a la CNA e instituciones

relacionadas para el uso efectivo de los datos de monitoreo para así mitigar el peso de los costos de monitoreo de la CNA. Como el Gobierno de México no ha decidido sobre la inclusión de otras instituciones en el monitoreo de la calidad del agua costera, la CNA será la principal responsable de este proyecto propuesto.

6.2. Establecimiento de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras

(1) Componentes del proyecto

La Figura 6.1 muestra la red nacional de laboratorios propuesta para el monitoreo de la calidad del agua costera. La red de laboratorios consiste de un Centro de Referencia, Laboratorios Regionales y Oficinas de Monitoreo. La Tabla 6.1 muestra el número y la ubicación de los Laboratorios Regionales, las Oficinas de Monitoreo y las áreas prioritarias.

Tabla 6.1 Oficinas de Monitoreo propuestas y Areas Prioritarias

No	Región No.	Laboratorio Regional Costero	No. de Oficinas de Monitoreo	Oficinas de Monitoreo	Areas prioritarias	Características de las áreas Prioritarias
1	1	Mexicali	3	Ensenada Guerrero Negro La Paz (Lab. Est. Actual)	1) Ensenada 2) San Quintín 3) Santa Rosalía 4) Guerrero 5) Bahía 6) Los Cabos 7) La Paz	Pesquería Pesquería Pesquería Pesquería Pesquería Pesquería/Turismo Pesquería/Turismo
2	2	Hermosillo	0		8) Guaymas*	Pesquería
3	3	Culiacán	1	Mazatlán	9) Topolobampo* 10) Mazatlán	Pesquería Pesquería/Turismo
4	4	Cuernavaca	1	Lázaro Cárdenas	11) Lázaro cárdenas	Pesquería/ Industria
5	5	Oaxaca	2	 Acapulco (Lab. Est. Actual) Saliná Cruz	12) Puerto Escondido* 13) Puerto Angel* 14) Zihuatanejo 15) Acapulco 16) Salina Cruz	Turismo Pesquería Turismo Turismo Pesquería/Industria
6	8	Guadalajara	2	Tepic (Lab. Est. Actual) Colima (Lab. Est. Actual)	17) San Blas 18) Puerto Vallarta 19) Manzanillo	Pesquería Turismo Turismo/Industria
7	9	Tampico	1	 La Pesca	20) Tampico 21) La Pesca	Industria/Turismo/Pesquería Pesquería
8	10	Xalapa	2	 Veracruz Fortín de las Flores (Lab. Est. Actual)	22) Nautla* 23) Tuxpan* 24) Tecolutla* 25) Veracruz 26) Alvarado 27) Coatzacoalcos 28) Minatitlán	Pesquería Pesquería Pesquería Pesquería/Turismo Pesquería Pesquería Industria/Pesquería/Industria
9	11	Tuxtla Gutiérrez	2	Villahermosa (Lab. Est. Actual) Tapachula	29) Mecoacán 30)Machona 31) Mar Negro 32) Tapachula	Pesquería Pesquería Pesquería Pesquería/Industria
10	12	Mérida	2	Campeche (lab. Est. Actual) Cancún Isla Mujeres	33) Progreso- Celestum* 34) Cd. del Carmen 35) Laguna de Términos 36) Cancún 37) Isla Mujeres	 Pesquería Pesquería Pesquería Turismo Pesquería/Turismo

Fuente: Equipo de Estudio de JICA
Nota: El muestreo y análisis de las áreas prioritarias* serán ejecutados por cada Laboratorio Regional.

(2) Estimación de costos

El costo total de este componente del proyecto es de $ 140.3 millones de pesos, como se muestra abajo. Esta estimación no incluye impuestos y se realiza bajo las condiciones económicas prevalecientes en noviembre de 1999.

Tabla 6.2 Estimación de Costos de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en la Zona Costera

Unidad: $ millones

Costo de la Componente	Total (2001-2010)	Observaciones
Inicial	91.8	
Costo de Operación y Mantenimiento	48.5	El costo de O y M del 2005 al 2010 será de aproximadamente 5.8 millones / año
Total	140.3	

Fuente: Equipo de Estudio de Jica

(3) Calendario de Ejecución

El programa de implementación propuesto en este componente se muestra en la Figura 6.2.

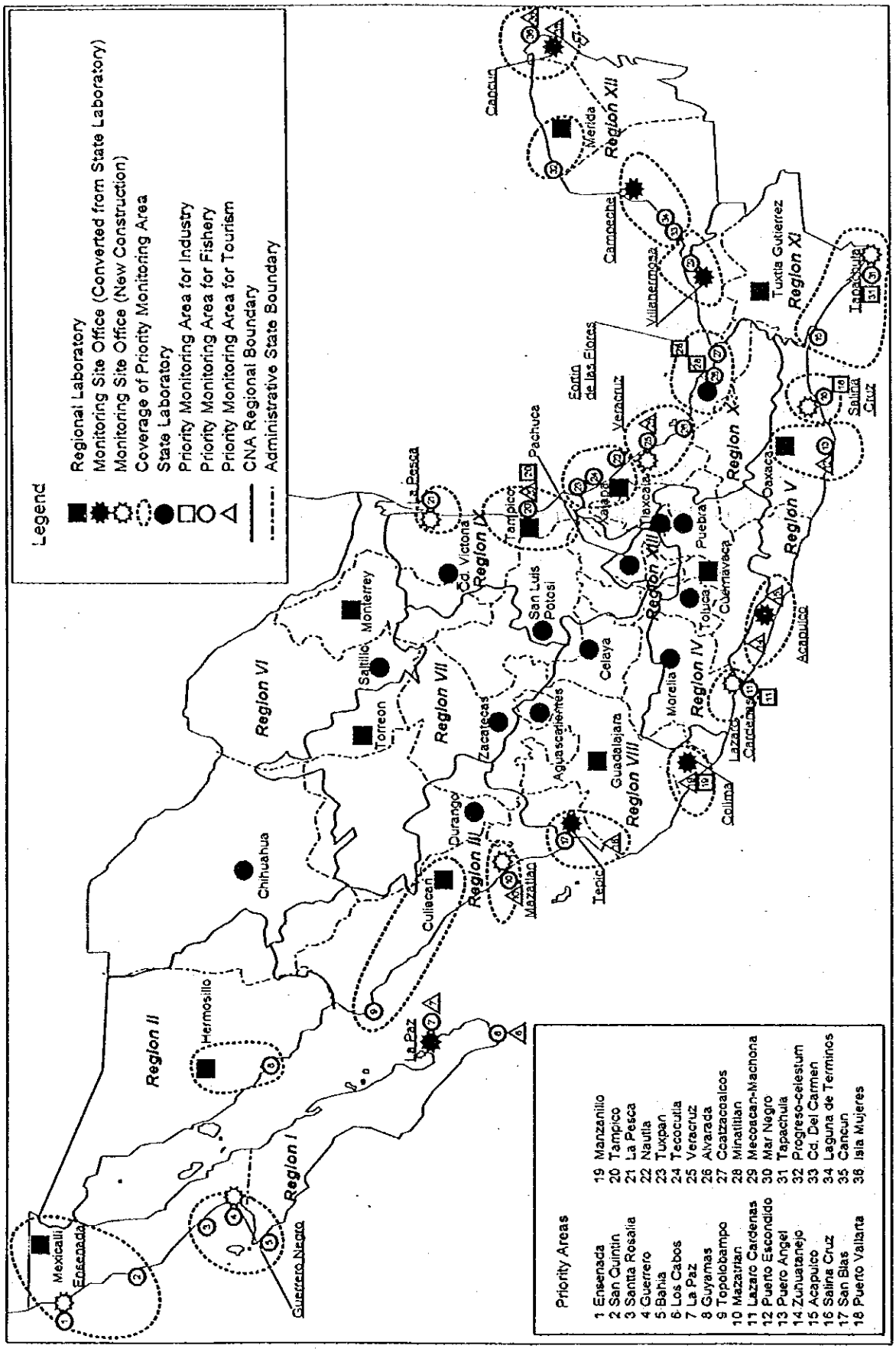


Figura 6.1 Propuesta de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua de Zonas Costeras

Items/Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
C.N.A Region 1											
a) Regional Laboratory (Mexicali)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Ensenada (New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											
2) Guerrero Negro(New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											
3) La Paz (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
C.N.A Region 2											
a) Regional Laboratory (Hermosillo)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
C.N.A Region 3											
a) Regional Laboratory (Culiacan)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Mazatlan (New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											
C.N.A Region 4											
a) Regional Laboratory (Cuernavaca)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Lazaro Gardenas (New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											
C.N.A Region 5											
a) Regional Laboratory (Oaxaca)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Acapulco (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
2) Salina Cruz (New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											

Figura 6.2 (1) Calendario de Ejecución para establecer la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua Costera

Items/Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
C.N.A Region 8											
a) Regional Laboratory (Guadalajara)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Tepic (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
2) Colima (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
C.N.A Region 9											
a) Regional Laboratory (Tampico Laboratory)											
- Operation											
b) Monitoring Site Office											
1) La Pesca (New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											
C.N.A Region 10											
a) Regional Laboratory (Xalapa)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Veracruz (New)											
- Building construction and installation of equipment etc.											
- Operation											
2) Fortin de las Flores (converted from State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
C.N.A Region 11											
a) Regional Laboratory (Tuxtla Gutierrez)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Villahermosa (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
2) Tapachula (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
C.N.A Region 12											
a) Regional Laboratory (Merida)											
- Installation of sampling equipment											
- Installation of laboratory equipment (basic parameters)											
- Installation of laboratory equipment (toxic parameters)											
- Operation (basic parameters)											
- Operation (toxic parameters)											
b) Monitoring Site Office											
1) Campeche (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											
2) Cancun (converted from present State Laboratory)											
- Installation of equipment, etc.											
- Operation											

Source: JICA Study Team

Figura 6.2 (2) Calendario de Ejecución para establecer la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua Costera

6.3. Desarrollo del Laboratorio Regional de Tampico y del Centro de Referencia

(1) Componentes del proyecto

Este proyecto se puede dividir en los siguientes dos subcomponentes:

1) Laboratorio de Tampico

El Laboratorio de Tampico debe ser replanteado como un Laboratorio Regional y se debe ubicar dentro del mismo edificio que el Centro de Referencia. Deberá tener las dos siguientes funciones principales:

- Mejorar el muestreo y análisis de agua en la zona costera de la región No. 9; y
- Capacitar a técnicos a través del trabajo diario en el muestreo y análisis.

2) Centro de Referencia

El Centro de Referencia deberá tener el control de todos los laboratorios regionales, incluyendo al de Tampico, en lo que respecta al monitoreo de la calidad del agua en la zona costera desde un punto de vista técnico. El Centro de Referencia deberá funcionar como:

- Laboratorio de Referencia para la calidad del agua en la zona costera;
- Centro para el manejo de datos del monitoreo de la calidad del agua en la zona costera; y
- Centro de entrenamiento para el monitoreo de la calidad del agua en la zona costera.

(2) Estimación de los costos

El costo total inicial de este componente se estima será de 25.3 millones de pesos como se muestra en la Tabla 6.3. El costo de operación y mantenimiento anual del 2005 al 2010 se estima será de 0.8 millones. Esta estimación no incluye ningún impuesto y se calculó bajo las condiciones económicas prevalecientes en noviembre de 1999.

Tabla 6.3 Estimación de Costos para el Desarrollo del Laboratorio de Tampico y del Centro de Referencia

Unidad: $ millones

Costo de la Componente	Laboratorio Tampico.		Centro de Referencia		Total	
Costo inicial	13.8		11.6		25.4	
Costo de O y M	3.5	0.6 / año	1.8	0.3 / año	5.3	0.9 / año
Total	17.3		13.4		30.7	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(3) Programa de implementación

El calendario de ejecución propuesto en este componente se muestra en la Figura 6.3

Actividad / Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
a) Laboratorio de Tampico											
- Diseño Básico/Diseño detallado											
- Estimación											
- Construcción											
- Instalación del Equipo de Laboratorio/Monitoreo											
- Pre Operación											
- Operación											
b) Centro de Referencia											
- Diseño Básico/Diseño detallado											
- Estimación											
- Construcción											
- Instalación del Equipo de Laboratorio/Monitoreo											
- Pre Operación											
- Operación											

Figura 6.3 Calendario de Ejecución para el Desarrollo del Laboratorio de Tampico y del Centro de Referenci