



ASOCIACION REGIONAL DE EMPRESAS DE PETROLEO
Y GAS NATURAL EN LATINOAMERICA Y EL CARIBE



**GUÍA PARA EL DESARROLLO
DE MAPAS DE SENSIBILIDAD
AMBIENTAL PARA LA
PLANIFICACIÓN Y
RESPUESTA ANTE DERRAMES
DE HIDROCARBUROS**



Canadian International
Development Agency



ARPEL

**GUÍA PARA EL DESARROLLO DE MAPAS DE
SENSIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA
PLANIFICACIÓN Y RESPUESTA ANTE
DERRAMES DE HIDROCARBUROS**

Autores

Paul Wotherspoon – Wotherspoon Environmental Inc.

Dave Marks - Wotherspoon Environmental Inc.

Laurie Solsberg – Counterspil Research Inc.

Mark West – Counterspil Research Inc.

ARPEL, Noviembre 1997

ARPEL

Guía para el desarrollo de mapas de sensibilidad ambiental para la planificación y respuesta ante derrames de hidrocarburos.

Guía # ARPELCIDA01CPGUI1697

Noviembre 1997

ARPEL, Javier de Viana 2345, CP 11200 Montevideo - URUGUAY

Tel.: (598-2) 400 6993

Fax: (598-2) 400 9207

E-mail: arpel@arpel.org.uy

Página web: <http://www.arpel.org>

Autores

Estas Guías se prepararon a solicitud de ARPEL y de su Comité de Ambiente, Salud y Seguridad Industrial por:

Wotherspoon Environmental Inc.

#750, 521 – 3rd Ave. S.W.

Calgary, Alberta - Canada T2P 3T3

Phone: 1 (403) 269 4351

Fax: 1 (403) 263 6999

E-mail: weinc@cadvision.com

Counterspil Research Inc.

#135 – 1305 Welch St.

North Vancouver, B.C. - Canada V7P 1B3

Phone: 1 (604) 990 6944

Fax: 1 (604) 990 6945

E-mail: crinvan@istar.ca

Los Consultores fueron asistidos para la redacción y revisión detallada, por el Grupo de Trabajo de Planes de Contingencias de ARPEL.

Revisión

Carlos Benavides

Osmel Manzano

Silvano Torres Xolio

Luiz A. Arroio

Patricia Fidel

Eddy Hernández Marrero

Miguel Moyano

Oscar González

ECOPETROL

PDVSA

PEMEX

PETROBRAS

BRIDAS S.A.P.I.C.

CUPET

Secretaría Ejecutiva de ARPEL

Environmental Services Association of Alberta

Derechos de Autor

Por la presente ARPEL otorga al Usuario un derecho universal no exclusivo de usar este documento. Los derechos del Usuario no son transferibles. Este documento, ya sea en su totalidad o en partes, no se puede copiar, fotocopiar, reproducir, traducir, ni convertir a ninguna forma de lectura, ya sea electrónica o por medio mecánico, sin el consentimiento previo por escrito de ARPEL. El Usuario dará reconocimiento completo a ARPEL por ser la fuente de este documento.

Financiamiento

Este documento se preparó exclusivamente para la Fase 2 del Programa Ambiental de ARPEL. El Programa fue financiado por la Canadian International Development Agency (CIDA) y co-administrado por Environmental Services Association of Alberta (ESAA) y Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL).

Exoneración de Responsabilidad

Aunque se ha realizado todo el esfuerzo para asegurar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni ARPEL, ni ninguna de sus empresas, ni ESAA, ni ninguna de sus compañías integrantes, ni CIDA, ni los consultores, asumen responsabilidad por cualquier uso que se haga de la misma.

Resumen Analítico

Esta Guía fue desarrollada para asistir a las empresas miembros de ARPEL en la elaboración de mapas de sensibilidad para uso en la planificación y respuesta a derrames de hidrocarburos. La Guía utiliza un enfoque basado en las necesidades el cual incluye un proceso de seis etapas que abarca la determinación del uso final de los mapas, la recopilación de datos y la elaboración del mapa. Así mismo incluye una discusión sobre el sistema de Índice de Sensibilidad Ambiental (ESI) que es utilizado comúnmente en los sistemas de elaboración de mapas de sensibilidad a nivel mundial. Las secciones en que se detallan los requisitos de información y las bases de datos computarizadas permitirán al lector comprender cuales son los requisitos específicos de los mapas de sensibilidad. Finalmente, se incluye una discusión sobre las ventajas y desventajas de cuatros sistemas computarizados.

Agradecimientos

Esta Guía para el trazado de mapas de sensibilidad fue preparada por Mark West y Laurie Solsberg de Counterspil Research Inc., y por Dave Marks y Paul Wotherspoon de Wotherspoon Environment Inc.

Se agradece especialmente a PEMEX, CUPET, ECOPETROL y ANCAP por proveer asistencia técnica y la oportunidad de analizar sus operaciones y sus programas de trazado de mapas de sensibilidad.

Tabla de Contenido

	<u>Página</u>
1.0 Introducción	1 - 1
1.1 Antecedentes del Proyecto	1 - 1
1.2 Objetivos y alcance	1 - 1
1.3 El proceso de trazado de mapas de sensibilidades	1 - 2
1.4 El rol del trazado de mapas de sensibilidades en la planificación de contingencias	1 - 3
1.5 Clases de mapas de sensibilidades	1 - 6
1.6 Cómo utilizar esta Guía	1 - 6
2.0 Desarrollo del Mapa	2 - 1
2.1 Paso 1 Identificar al (a los) usuario(s)	2 - 1
2.2 Paso 2 Determinar el mejor método para satisfacer las necesidades	2 - 2
2.3 Paso 3 Reunir los datos	2 - 3
2.3.1 Fuentes de información	2 - 4
2.4 Paso 4 Construir los mapas	2 - 7
2.4.1 Consideraciones generales	2 - 7
2.4.2 Escala del mapa	2 - 8
2.4.3 Códigos de colores y patrones	2 - 9
2.4.4 Segmentación	2 - 10
2.4.5 Representación de sensibilidades	2 - 11
2.4.6 Representación de estacionalidad	2 - 14
2.5 Paso 5 Trazar los mapas	2 - 16
2.6 Paso 6 Revisar/Actualizar los mapas y los datos	2 - 17
3.0 Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA)	3 - 1
3.1 Antecedentes	3 - 1
3.2 Factores que afectan la vulnerabilidad de la ribera	3 - 2
3.2.1 Exposición a la energía de olas y de marea	3 - 2
3.2.2 Tipo de sustrato	3 - 4
3.2.3 Pendiente de la zona intermareal	3 - 4
3.3 Factores no incluidos en los ISAs	3 - 5
3.3.1 Productividad y sensibilidad biológica	3 - 5
3.3.2 Uso humano y sensibilidad	3 - 5
3.4 Ejemplos de ISAs y sus características de derrames	3 - 6

Tabla de Contenido (cont.)

	<u>Página</u>
4.0 Necesidades de información	4 - 1
4.1 Tipos de ribera	4 - 1
4.2 Biología	4 - 2
4.3 Recursos de uso humano	4 - 6
4.4 Información para dar respuesta al derrame	4 - 9
4.5 Verificación del sitio	4 - 12
5.0 Desarrollo de la base de datos	5 - 1
5.1 Postura Número 1 - Base de datos simple	5 - 2
5.2 Postura Número 2 - Base de datos compleja	5 - 3
6.0 Sistemas Computarizados	6 - 1
6.1 Ventajas de una postura basada en computadoras	6 - 1
6.2 Programas disponibles	6 - 2
6.3 Requerimientos de hardware	6 - 4
7.0 Referencias y Fuentes Adicionales de información	7 - 1
Apéndice A - Agencias cartográficas de México, América Central, América del Sur y el Caribe	A - 1

Lista de Tablas

	<u>Página</u>
2.1 Fuentes de información de trazado de mapas sensibilidades	2 - 4
2.2 Tipos de riberas	2 - 9
2.3 Símbolos de hábitats sub-mareales	2 - 12
2.4 Símbolos de recursos biológicos	2 - 12
2.5 Símbolos de recursos de uso humano	2 - 13
2.6 Símbolos de recursos de respuesta a derrames	2 - 14
3.1 Clases comparables de ribera/orillas	3 - 2
3.2 Estimación del "Fetch" de la ola	3 - 3
4.1 Requerimientos de datos biológicos	4 - 4
4.2 Requerimientos de datos de uso humano	4 - 7
4.3 Requerimientos de datos de respuesta a derrames	4 - 10
4.4 Información incluida en los formularios de evaluación SCAT	4 - 13
5.1 Estructura de la base de datos - Postura Número 1	5 - 2
6.1 Programas simples de gráficos	6 - 3
6.2 Programas basados en CAD	6 - 3
6.3 Programas basados en SIG	6 - 3
6.4 Programas basados en SIG diseñados a medida	6 - 3

Lista de Figuras

	<u>Página</u>
1.1 El rol del trazado de mapas de sensibilidades en el proceso de planificación de contingencias	1 - 4
1.2 Ejemplo de un mapa de sensibilidad	1 - 5
2.1 Elementos de un mapa	2 - 3
2.2 Mapa de Biodiversidad del WCMC en Cuba	2 - 6
2.3 Ejemplo de un mapa	2 - 8
2.4 El uso de patrones	2 - 10
2.5 Uso de símbolos, líneas y polígonos	2 - 11
2.6 Descripción de la estacionalidad	2 - 15
2.7 Ejemplo de un mapa de ubicación	2 - 16
3.1 "Fetch" de la ola	3 - 3
3.2 Pendiente de la ribera versus zona intermareal	3 - 4
5.1 Bases de datos biológicas	5 - 4
5.2 Bases de datos de hábitats	5 - 5
5.3 Bases de datos de uso humano	5 - 6
5.4 Bases de datos de respuesta a derrames	5 - 6
5.5 Bases de datos de equipos de respuesta	5 - 7

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Esta Guía ha sido preparada para las empresas miembros de Asistencia Recíproca Petrolera Empresarial Latinoamericana (ARPEL) para proveer asistencia en el desarrollo de sus sistemas de trazado del mapa de sensibilidad. Gran parte de la información se ha basado en los métodos actualmente utilizados por las empresas miembros de ARPEL. La información adicional refleja los métodos y técnicas más modernos en uso en todo el mundo.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

El principal objetivo de esta Guía es proveer lineamientos sobre cómo recolectar los datos ambientales necesarios y cómo desplegar esos datos en mapas.

Esta Guía también trata sobre:

- formatos de mapas, tamaños y escalas
- uso de símbolos, leyendas, códigos de colores y patrones
- rizado
- requerimientos asociados a la bases de datos

Históricamente, los mapas de sensibilidad para derrames de hidrocarburos se han enfocado en ambientes costeros. Esto se debe fundamentalmente a la preocupación resultante de varios derrames catastróficos, e.g.: Exxon Valdez, Braer, Amoco Cadiz y el Torrey Canyon. Sin embargo, dado que muchos ambientes terrestres están sujetos a riesgos y consecuencias similares, también se cubre el trazado del mapa de áreas acuáticas (estuarinas, lacustres y fluviales) y costeras (líneas costeras, intermareales y ribereñas).

Como Guía, este documento no pretende proveer *la mejor* postura única que debe seguirse exactamente, sino más bien identificar la mayoría de los temas que deben considerarse cuando se desarrolla un sistema de trazado del mapa de sensibilidad. Todos estos sistemas son únicos y deben diseñarse para ajustarse lo mejor posible a las necesidades del usuario.

1.3 EL PROCESO DE TRAZADO DE MAPAS DE SENSIBILIDAD

PASO 1	Identificar <ul style="list-style-type: none">• Quién usará los mapas• Cómo se utilizarán los mapas• Qué información se requiere o está disponible
PASO 2	Determinar el mejor método para satisfacer las necesidades <ul style="list-style-type: none">• ¿Sólo mapas en papel?• ¿Mapas en papel y base de datos computarizada?• ¿Mapas en computadora y base de datos?
PASO 3	Reunir los datos <ul style="list-style-type: none">• Mapas de base• Tipos de ribera• Recursos sensibles• Información para dar respuesta al derrame• Otros datos de apoyo, i.e., números de contactos
PASO 4	Construir los mapas <ul style="list-style-type: none">• Agregar tipos de símbolos/riberas a los mapas de base• Compilar datos de apoyo
PASO 5	Trazar los mapas <ul style="list-style-type: none">• Imprimir mapas sobre papel
PASO 6	Revisar/actualizar los mapas y los datos <ul style="list-style-type: none">• Actualizar la información según se requiera

1.4 EL ROL DEL TRAZADO DE MAPAS DE SENSIBILIDADES EN LA PLANIFICACIÓN DE CONTINGENCIAS

El trazado de mapas de sensibilidades juega un rol importante en el proceso global de planificación de contingencias según se describe en la Figura 1.1.

Los tres objetivos principales de la planificación de contingencias son:

- 1 Identificar áreas que requieren protección prioritaria basada en sus vulnerabilidades y riesgos a derrames de hidrocarburos
- 2 Desarrollar estrategias de protección (proactiva)
- 3 Identificar respuestas aplicables y/o métodos de limpieza tanto para los ambientes acuáticos como los ribereños

[Extraído de USEPA y NOAA - (U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration) 1994]

Los mapas de sensibilidad bien diseñados proveen una representación gráfica fácilmente comprensible de:

- información crítica para los planificadores y encargados de la respuesta a derrames (e.g., sitios sensibles, estrategias de respuesta/limpieza, ubicación de equipos contra derrames)
- información de apoyo sobre recursos biológicos, geomorfológicos y de uso humano, así como métodos de respuesta al -y limpieza del- derrame

El desarrollo de mapas de sensibilidad facilita -por sí mismo- los procesos de evaluación del riesgo y de planificación de respuesta.

La Figura 1.2 es un ejemplo de un mapa desarrollado por Environment Canada para la Región de los Grandes Lagos (Lago Ontario). Dado que esta región está ubicada en la frontera Canadá/EUA, ambos países tiene jurisdicción en el caso de un derrame, y por lo tanto se adoptó un estándar por parte de ambos países para facilitar las comunicaciones y los esfuerzos en la respuesta.

Figura 1.1
El rol del trazado de mapas de sensibilidades en el
proceso de planificación de contingencias

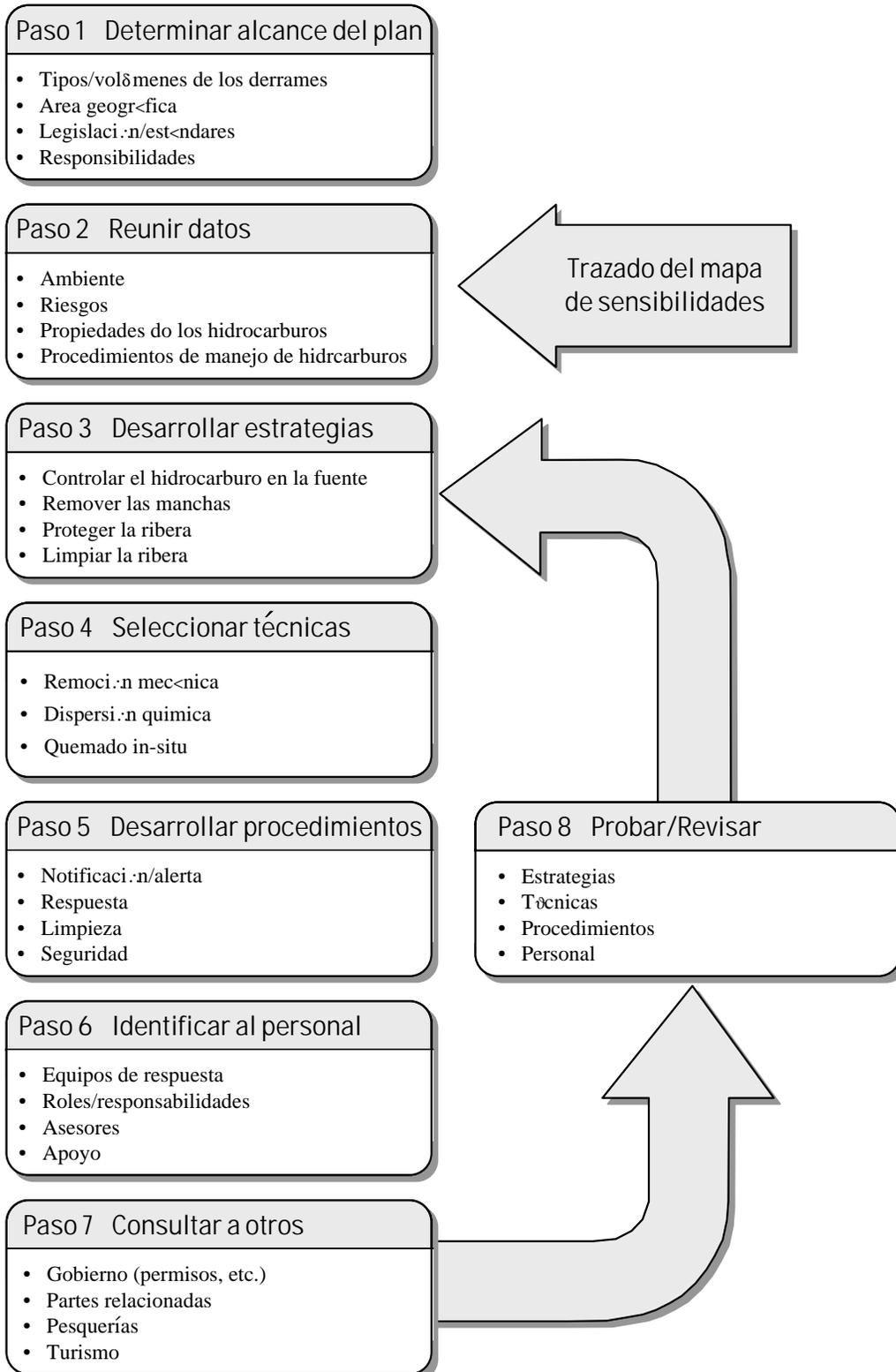
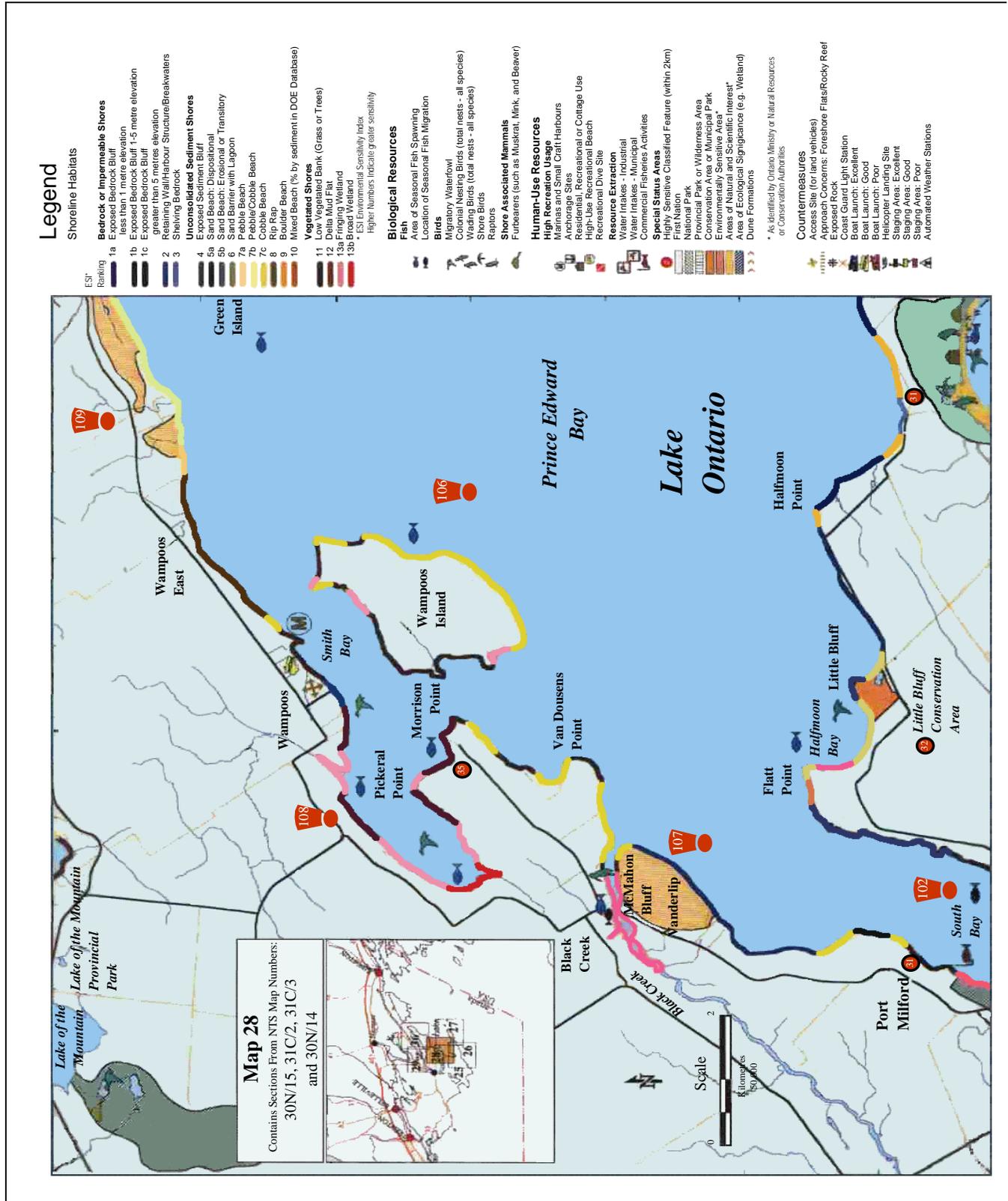


Figura 1.2 - Ejemplo de un mapa de sensibilidad



1.5 CLASES DE MAPAS DE SENSIBILIDAD

Existe una amplia gama de posibles posturas para la incorporación y exhibición de las estrategias de respuesta (limpieza). Por ejemplo, los mapas pueden incluir solamente datos de sensibilidad sin indicación alguna de las áreas prioritarias que requieren protección y/o limpieza, quedando estas decisiones completamente en manos de la interpretación del lector del mapa.

Alternativamente, los sistemas pueden incluir la exhibición de áreas donde las autoridades han concedido una aprobación previa para la aplicación de dispersantes o quemado in-situ.

Los sistemas aún más sofisticados exhiben zonas coloreadas indicando áreas de **baja, mediana** o **alta** sensibilidad.

Recientemente, algunos sistemas de trazado del mapa incluyen un método complejo para desarrollar áreas de respuesta prioritarias utilizando una matriz de cálculo basada en:

- sensibilidad ambiental
- impactos culturales
- impactos económicos
- impactos arqueológicos
- tipo de ribera
- aplicabilidad de contramedidas de respuesta debida a corrientes y otras condiciones

Estos sistemas más sofisticados proveen al usuario del mapa con información valiosa pero requieren considerablemente más tiempo y pericia de parte del que elabora el mapa.

1.6 COMO UTILIZAR ESTA GUIA

Se recomienda leer primero la Sección 2 a fin de entender en detalle el proceso de trazado del mapa de 6 etapas. Luego, lea la Sección 3 para entender cómo pueden utilizarse los Índices de Sensibilidad Ambiental (ISAs) para describir las clases de ribera. La Sección 3 también incluye una discusión sobre las debilidades inherentes al sistema tradicional de ISA.

La Sección 4 provee detalles sobre los requerimientos de datos para el trazado del mapa y la Sección 5 provee lineamientos específicos para desarrollar bases de datos basadas en computadoras. Por último, la Sección 6 provee un resumen de sistemas de trazado del mapa basados en computadoras y cómo seleccionar un sistema apropiado de acuerdo a sus necesidades.

2.0 DESARROLLO DEL MAPA

2.1 PASO 1 IDENTIFICAR AL (A LOS) USUARIO(S) Y SUS NECESIDADES

Para la aplicación exitosa del sistema de trazado del mapa, es fundamental saber quién va a ser el usuario y cómo van a ser utilizados los mapas de sensibilidad.

Los mapas de sensibilidad tienen muchos objetivos. Por ejemplo, pueden ser utilizados como una herramienta de respuesta, proveyendo a los encargados de combatir el derrame y a los responsables de las decisiones con la información necesaria para tomar decisiones rápidas y razonables durante un derrame.

Los mapas también pueden ser utilizados por personal a cargo de evaluaciones de riesgo para determinar qué recursos podrían estar en riesgo y cuál sería la mejor ubicación del equipamiento de respuesta contra derrames.

Los especialistas técnicos tales como los biólogos o expertos en contramedidas también pueden utilizar los mapas de sensibilidad para exhibir gráficamente áreas importantes de hábitats de especies salvajes, o para indicar posibles estrategias/técnicas de limpieza. Los mapas utilizados por especialistas técnicos normalmente contienen información más específica y generalmente requieren del uso de bases de datos adicionales.

Los mapas de sensibilidad pueden requerir de información detallada sobre las riberas y los recursos (e.g., el área alrededor de una refinería o de una terminal) o información general del área disponible en mapas regionales que abarcan áreas más grandes.

En todos los casos, los mapas de sensibilidad deben proveer la información necesaria en un formato comprensible y fácil de leer.

La mayoría de los mapas de sensibilidad incluyen:

- ubicaciones de tierra y/o cuerpos de agua (e.g., riberas, lagos, ríos)
- geomorfología costera y/o de la ribera
- recursos biológicos en riesgo potencial
- recursos de uso humano en riesgo potencial

Dependiendo de las necesidades del usuario, los mapas también pueden incluir otra información como ser ubicaciones y sitios de despliegue de equipamiento para respuesta contra derrames.

Nota Es importante considerar el *Paso 1* a lo largo del proceso de desarrollo a fin de asegurarse que las necesidades del usuario se vean satisfechas. El proceso de trazado del mapa de sensibilidad puede tomar mucho tiempo y es posible que se pierda el rastro de los requerimientos iniciales del sistema. Por esta razón, el usuario final debería jugar un rol preponderante en el proceso de desarrollo.

2.2 PASO 2 DETERMINAR EL MEJOR MÉTODO PARA SATISFACER LAS NECESIDADES

Los mapas de sensibilidad no necesitan ser hechos a través de una computadora para ser útiles. En muchos casos es suficiente con mapas hechos a mano o con borradores. Sin embargo, debido a la complejidad de algunos sistemas de trazado del mapa en los que se incluyen símbolos y datos de apoyo, los sistemas basados en computadoras pueden proveer el mejor método posible para la mayoría de los que desarrollan sistemas de trazado de mapas. Debe recordarse que, independientemente del sistema utilizado, deberán imprimirse mapas en copia dura, ya sea con formato de atlas o en páginas individuales, para el trabajo de campo.

También, el acceso limitado para financiar hardware y/o software de computadora puede obligar al uso de sistemas basado en papel.

Los mapas de sensibilidad pueden elaborarse en una variedad de formatos e incorporar varios medios diferentes incluyendo:

- mapas en papel o atlas
- sistemas basados en computadoras
- fotografías aéreas
- videos

Dependiendo de las necesidades del usuario, pueden utilizarse varios o todos los sistemas arriba mencionados. Dado que los sistemas de computadora o de papel son los más frecuentemente utilizados para crear mapas, esta Guía se enfoca a su desarrollo y uso. Los videos son utilizados algunas veces para proveer de información adicional de recursos.

Los sistemas de trazado del mapa de computadoras ofrecen al usuario una amplia flexibilidad y una gran capacidad de almacenamiento de datos. Los mapas computarizados son mucho más fáciles de actualizar y pueden combinarse con otras aplicaciones tales como bases de datos o programas de modelado de trayectoria.

El formato impreso de los mapas de sensibilidad variará dependiendo de las necesidades del usuario. Por ejemplo, puede requerirse de grandes mapas adecuados para la planificación estratégica o para exhibir en una pared. Generalmente, se compilan atlas que proveen varios mapas más pequeños en páginas estándar en un documento único. El tamaño pequeño permite que los mapas sean fácilmente reproducibles o enviados por fax. Los atlas pueden también incluir información detallada de apoyo en páginas enfrentadas que de otro modo podría yuxtaponerse en los mapas.

2.3 PASO 3 REUNIR LOS DATOS

La mayoría de los sistemas de trazado del mapa tienen dos componentes principales:

1 Mapas o series de mapas (datos espaciales)

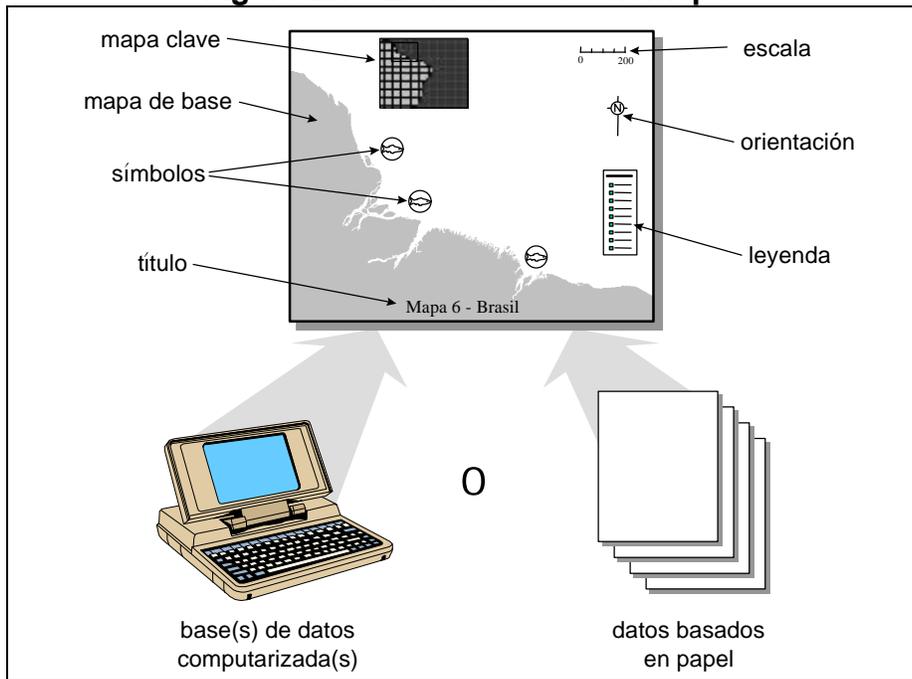
- mapa de base mostrando la tierra y los cuerpos de agua
- tipos de ribera, normalmente mostrados como segmentos coloreados
- información biológica, de uso humano y de respuesta a derrames, identificada con polígonos, líneas y símbolos
- información de apoyo del mapa, i.e., leyendas, orientación, escala, fecha de elaboración, etc.

2 Datos de apoyo

Información detallada de apoyo al (a los) mapa(s). Esta puede estar basada en computadoras o en papel.

- datos de ribera, y hábitats intermareales y submareales
- datos biológicos
- datos de uso humano
- datos de repuesta al derrame

Figura 2.1 - Elementos de un mapa



2.3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

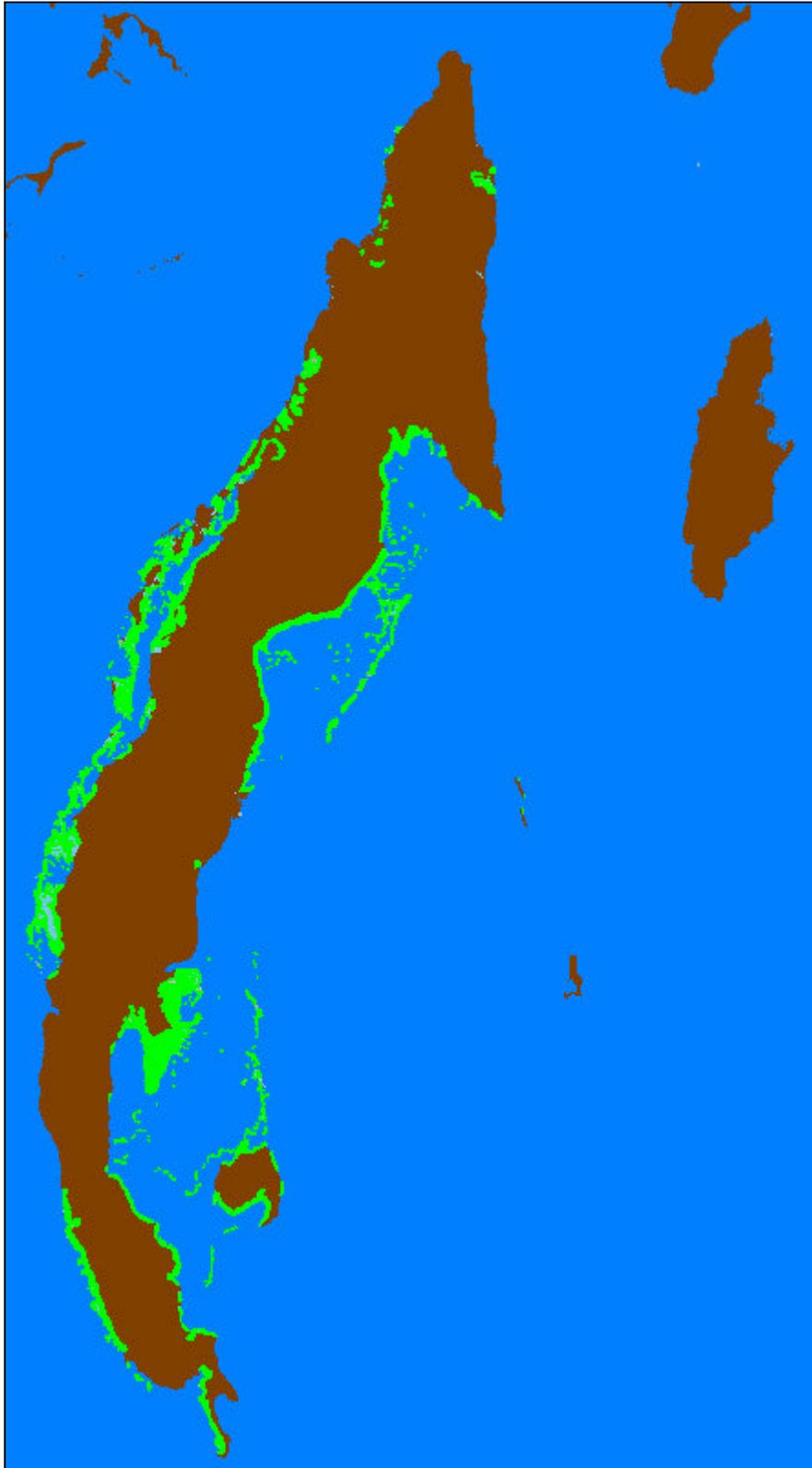
Existen muchas fuentes de información que pueden proveer asistencia al desarrollar un sistema de trazado del mapa de sensibilidad. La Tabla 2.1 es una lista de los varios componentes de datos requeridos para los mapas de sensibilidad. No es una lista de todas las posibles fuentes de información sino que provee varias sugerencias de referencias. La Sección 4.0 (Necesidades de información) detalla los datos de cada categoría que deben ser recolectados. Una lista de fuentes adicionales se detalla en la Sección 7.0 (Referencias y contactos). Ver también el Apéndice A (Agencias cartográficas de México, América Central, América del Sur y el Caribe) para información del mapa de base.

Tabla 2.1 - Fuentes de información para el trazado de mapas de sensibilidad		
Fuente	Clase de información	Contacto (si es aplicable)
Mapa de base		
Departamentos nacionales de geología/geografía	<ul style="list-style-type: none"> mapas topográficos mapas de riberas mapas con características culturales 	específico para el país individual
Departamentos de oceanografía nacionales	<ul style="list-style-type: none"> mapas oceánicos/costeros (pueden incluir hábitats submareales más grandes) 	específico para el país individual
Ejército nacional	<ul style="list-style-type: none"> mapas oceánicos/costeros (pueden incluir hábitats submareales más grandes) mapas topográficos 	específico para el país individual
NOAA (U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration)	<ul style="list-style-type: none"> mapas oceánicos costeros (pueden incluir hábitats submareales más grandes) 	teléfono: 1 (301) 436-6990
Almirantazgo británico	<ul style="list-style-type: none"> mapas oceánicos costeros (pueden incluir hábitats submareales más grandes) 	teléfono: 1 (823) 337900
Geomorfología		
"The World's Coastline" E. Bird y M. Schwartz (1985)	<ul style="list-style-type: none"> clases de terrenos costeros 	ver Sección 7.0 por detalles
Departamentos nacionales de oceanografía	<ul style="list-style-type: none"> mapas costeros 	específico para el país individual
NOAA	<ul style="list-style-type: none"> mapas oceánicos costeros (pueden incluir hábitats submareales más grandes) 	teléfono: 1 (301) 436-6990
Servicios/consultores de imágenes satelitales	<ul style="list-style-type: none"> mapas de áreas costeras y/o de tierra adentro 	específico para el país individual
Almirantazgo británico	<ul style="list-style-type: none"> mapas oceánicos costeros (pueden incluir hábitats submareales más grandes) 	teléfono: 1 (823) 337900

Biología		
Departamentos ambientales nacionales	<ul style="list-style-type: none"> • variable 	específico para el país individual
Universidades	<ul style="list-style-type: none"> • variable 	específico para el país individual
Biólogos	<ul style="list-style-type: none"> • variable 	específico para el país individual
WCMC (World Conservation Monitoring Centre - Reino Unido)	<ul style="list-style-type: none"> • Información biológica y ecológica digitalizada en formato espacial (terrestre y marina) • Biblioteca de Mapas de Biodiversidad 	Dr. Richard Luxmoore Tel: 44 (1223) 277314 Email: luxmoore@wcmc.org.uk
TNC (The Nature Conservancy - USA)	<ul style="list-style-type: none"> • Información biológica y ecológica digitalizada en formato espacial (terrestre y marina) 	Roger Sayre Tel: 1 (703) 841-4211 Email: rsayre@tnc.org
El Banco Mundial (Washington D.C.)	<ul style="list-style-type: none"> • especies/hábitats marinos 	Tel: 1 (202) 458-2715
Habitantes locales (residentes, pescadores, cazadores, naturalistas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • variable - familiarizados con las condiciones locales 	específico del país individual
Uso humano		
Departamentos nacionales de geología/geografía	<ul style="list-style-type: none"> • mapas con características culturales 	específico para el país individual
Habitantes locales (residentes, pescadores, cazadores, naturalistas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • variable - familiarizados con las condiciones locales 	específico para el país individual
Respuesta a derrames		
Empresas petroleras	<ul style="list-style-type: none"> • inventario de equipos y ubicaciones • áreas de despliegue y/o montaje 	específico para el país individual
Ejército nacional	<ul style="list-style-type: none"> • inventario de equipos y ubicaciones 	específico para el país individual
Operadores de tanqueros	<ul style="list-style-type: none"> • inventario de equipos 	específico para el país individual
Suministradores de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • inventario de equipos 	específico para el país individual
Personas individuales	<ul style="list-style-type: none"> • inventario de equipos 	específico para el país individual

Si se utiliza un sistema basado en computadora, es posible importar estos datos directamente de archivos digitales, ahorrando considerablemente tiempo y costos debidos al ingreso manual de datos. La Figura 2.2 es un ejemplo del mapa de manglares provisto para Cuba por el World Conservation Monitoring Centre.

Figura 2.2 - Mapa de Biodiversidad del WCMC - Cuba



2.4 PASO 4 CONSTRUIR LOS MAPAS

2.4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La fase de elaboración del proceso de trazado del mapa implica la yuxtaposición de información de recursos y otra clase de información sobre un mapa de base. Esto normalmente se hace utilizando:

- colores
- patrones
- líneas y polilíneas
- polígonos
- símbolos
- texto

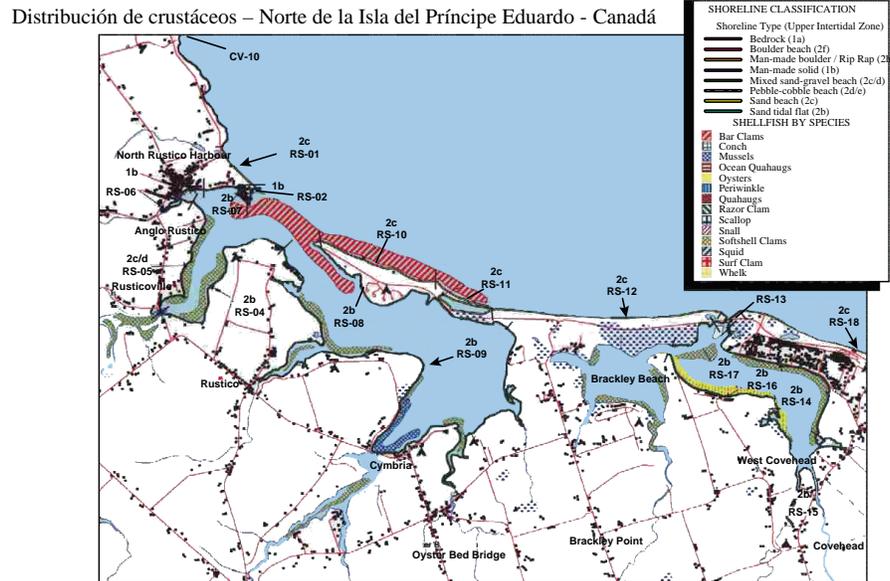
Existe una variedad de características importantes que todos los mapas de sensibilidad deberían tener, independientemente de su formato. Los mapas de sensibilidad deberían:

- contener suficiente información para ser útiles pero no confusos
- exhibir claramente las áreas sensibles con símbolos
- ser fáciles de interpretar
- contener detalles naturales que no estén bisectados
- tener escalas basadas en los límites de los datos que se presentan
- tener escalas basadas en el tamaño potencial y en los lugares de impacto potencial de varios tipos de derrames
- estar claramente etiquetados con títulos, escala, dirección, leyenda/clave, y fecha de elaboración/revisión
- incluir un mapa de ubicación para indicar la relación de la unidad de trazado del mapa con otras unidades o un mapa a escala más grande
- ser reproducibles y legibles en copia dura en blanco y negro (compatible con fax y fotocopiadoras blanco y negro)
- ser reproducibles en copia dura cuando sea necesario
- ser reproducibles en computadoras portátiles de campo (donde sea aplicable)

El detalle requerido para un área determinada dependerá de las necesidades del usuario. Por ejemplo, el personal de respuesta inicial al derrame puede precisar sólo la información que les ayude a tomar decisiones rápidas y razonables para la contención y limpieza de un derrama (ver Figura 1.2).

Por otra parte, un especialista técnico, como puede ser un biólogo, puede requerir información más detallada (ver Figura 2.3) sobre comunidades biológicas o ubicaciones y tamaños de hábitats.

Figura 2.3 - Ejemplo de un mapa



2.4.2 ESCALA DEL MAPA

Las escalas de los mapas varían con la cantidad de información requerida o disponible, o con el tamaño del área del mapa a trazar. Los mapas extremadamente detallados y específicos de un sitio (e.g., un sistema de ríos con variadas fuentes potenciales de derrames dentro de un área densamente poblada) puede producirse a gran escala como ser 1:10.000, mientras que un mapa que cubra una gran porción de ribera que incluya pocos recursos sensibles puede elaborarse a una escala menor tal como 1:1.000.000.

De estar disponibles, se pueden utilizar mapas de diferentes escalas para diferentes propósitos o tamaños de derrames. Por ejemplo, un mapa estratégico global a una escala aproximada de 1:1.000.000 podría utilizarse durante un gran derrame para localizar áreas generales de población, rutas de tráfico de embarcaciones y recursos importantes.

Por otra parte, mapas más detallados y específicos de un área a escalas de aproximadamente 1:10.000 son útiles para desarrollar estrategias de respuesta para derrames menores o cuando un gran derrame se aproxima a la costa.

En última instancia, la escala a utilizar dependerá de:

- la necesidad de detalles en ciertas áreas
- cómo se utilizará la información
- disponibilidad de datos
- límites de hardware y software

La escala debería marcarse utilizando el método de escala de barras y no por el método de 1 cm = x m ó km. (en caso que la copia original se reproduzca en otro tamaño).

2.4.3 CÓDIGOS DE COLORES Y PATRONES

El uso de colores en mapas de sensibilidad es importante para diferenciar y resaltar áreas del mapa de interés a los encargados de responder al derrame. Los colores pueden utilizarse para describir varias formaciones terrestres y cuerpos de agua, y para identificar varias clases de riberas, áreas/hábitats biológicos críticos, y otras áreas importantes. La Tabla 2.2 resume los colores utilizados por el sistema ISA de la NOAA (ver Sección 3.0). Puede ser necesario, sin embargo, que los mapas sean reproducibles y legibles en copia dura en blanco y negro.

Riberas

Tabla 2.2 - Clases de riberas		
ISA	Descripción de la ribera	Color
1	<ul style="list-style-type: none"> • acantilados rocosos expuestos • diques marítimos verticales expuestos (hormigón/madera/metal) 	púrpura oscuro
2	<ul style="list-style-type: none"> • plataformas expuestas y talladas por las olas en lechos de piedra • declives en sedimentos no consolidados 	púrpura claro
3	<ul style="list-style-type: none"> • playas de arena de grano fino a medio 	azul oscuro
4	<ul style="list-style-type: none"> • playas de arena de grano grueso 	azul verdoso claro
5	<ul style="list-style-type: none"> • playas con mezcla de arena y grava 	azul verdoso
6	<ul style="list-style-type: none"> • playas de grava • piedras sueltas 	verde bosque verde
7	<ul style="list-style-type: none"> • bancos mareales expuestos 	oliva
8	<ul style="list-style-type: none"> • costas rocosas protegidas impermeables • pendientes rocosas protegidas semi-permeables • estructuras protegidas hechas por el hombre 	amarillo amarillo - naranja
9	<ul style="list-style-type: none"> • bancos mareales protegidos • bancos de arena/lodo protegidos 	naranja
10	<ul style="list-style-type: none"> • marismas salinas • manglares • marismas de agua dulce • pantanos de agua dulce 	rojo magenta claro rojo oscuro marrón

2.4.5 REPRESENTACIÓN DE SENSIBILIDADES

Las sensibilidades pueden identificarse en el mapa utilizando líneas (polilíneas), polígonos o símbolos.

Líneas

Las *líneas* también pueden utilizarse conjuntamente con los símbolos para mostrar zonas, tales como áreas de ríos donde hay desove o áreas de ribera donde anidan tortugas.

Los recursos que se encuentran en todo el mapa pueden representarse utilizando un símbolo en una caja con las palabras *comunes en toda el área*.

Nota Si se utilizan líneas, las mismas deberían estar suficientemente alejadas de la ribera para evitar confusiones con la misma, particularmente en áreas donde los colores de ISA se utilizan para describir clases de riberas.

Polígonos

Generalmente es bastante difícil localizar un *punto* único para identificar la ubicación de peces o aves que usualmente se encuentran en áreas relativamente grandes. Por esta razón, los símbolos generalmente se ubican en áreas críticas tales como las de desove, criadero o de forraje, o donde se sabe que existen en grandes concentraciones. Cuando se utilizan símbolos para localizar estos recursos generales, deberían utilizarse *polígonos* esfumados o coloreados para describir el área global cubierta para ese recurso. Los polígonos y las líneas de colores deberían ser:

Peces	azul
Crustáceos	naranja
Aves	verde
Mamíferos	marrón
Reptiles	rojo

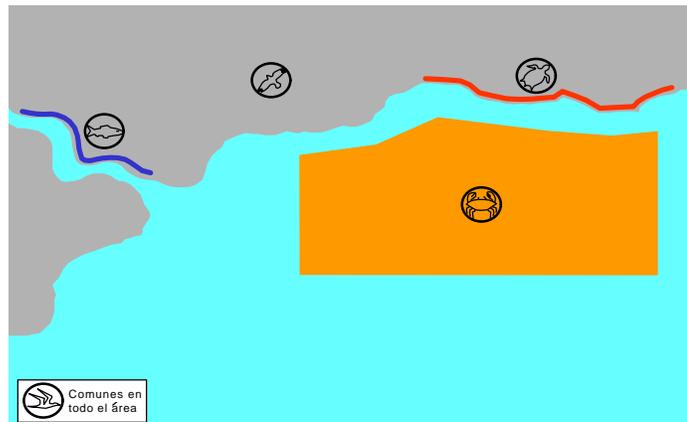


Figura 2.5 - Uso de símbolos, líneas y polígonos

Símbolos

Los símbolos incluidos en esta sección se utilizan extensamente en los sistemas de trazado del mapa de sensibilidad en todo el mundo (Tablas 2.3 a Tabla 2.6), y se basan, en parte, en símbolos desarrollados por la NOAA. Se recomienda que los lectores adopten estos símbolos estándar para facilitar el uso y la comprensión de los mapas por agencias extranjeras o cuando se comparta información con otros miembros de ARPEL. Se reconoce que es muy probable que se requiera crear símbolos adicionales para reflejar las necesidades específicas de algunas regiones.

Los símbolos utilizados se dividen en cuatro grupos principales:

- hábitats submareales
- biológicos
- uso humano
- relacionados al derrame

Tabla 2.3 - Símbolos de hábitats submareales	
Hábitat	Símbolo
<ul style="list-style-type: none"> • lecho de algas submareales • vegetación acuática sumergida • arrecifes de orugas • grandes lechos de algas marinas • arrecifes de coral 	

(Michel et al., 1995)

Tabla 2.4 - Símbolos de recursos biológicos	
Grupo	Símbolo
Mamíferos marinos <ul style="list-style-type: none"> • ballenas • delfines • focas/lobos marinos • nutrias de mar • manatíes 	
Mamíferos terrestres <ul style="list-style-type: none"> • roedores • venados • familia de los felinos 	
Peces <ul style="list-style-type: none"> • peces anadromos • desovadores de playa • desovadores de algas marinas • áreas de criadero • peces de arrecifes 	

(Michel et al., 1995)

Tabla 2.4 - Símbolos de recursos biológicos (cont.)	
Grupo	Símbolo
<p>Aves</p> <ul style="list-style-type: none"> • somorgujos costeros • aves acuáticas • aves de litoral • aves zancudas • gaviotas y golondrinas de mar • raptores 	
<p>Moluscos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ostras • mejillones • almejas • veneras • orejas marinas • conchas/caracoles de mar • calamares/pulpos 	
<p>Crustáceos</p> <ul style="list-style-type: none"> • camarones • cangrejos • langostas 	
<p>Reptiles</p> <ul style="list-style-type: none"> • tortugas marinas • cocodrilos • serpientes 	

(Michel et al., 1995)

Tabla 2.5 - Símbolos de recursos de uso humano	
Grupo	Símbolo
<p>Recreación</p> <ul style="list-style-type: none"> • playas • marinas • áreas de recreación 	
<p>Areas de Manejo</p> <ul style="list-style-type: none"> • parque • área de manejo de vida salvaje 	

(Michel et al., 1995)

Tabla 2.5 - Símbolos de recursos de uso humano (cont.)	
Grupo	Símbolo
Recursos <ul style="list-style-type: none"> • pesca de subsistencia • pesca recreacional • acuicultura • toma de agua • minería • almacenamiento de troncos 	
Cultural <ul style="list-style-type: none"> • sitio arqueológico • villa 	

(Michel et al., 1995)

Tabla 2.6 - Símbolos de respuesta a derrames	
Grupo	Símbolo
Transporte <ul style="list-style-type: none"> • aeropuerto • ruta de acceso a la costa • rampa de botes • botadura de barcos 	
Respuesta <ul style="list-style-type: none"> • depósito de equipos • área de andamiaje de equipos • refinería de petróleo • terminal petrolera • dique seco 	

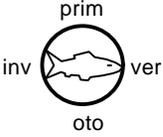
(Michel et al., 1995)

2.4.6 REPRESENTACION DE ESTACIONALIDAD

Dependiendo de cómo se utilizarán los mapas, los mismos pueden tener que indicar la estacionalidad (el período del año en el que el ítem está presente o es más vulnerable), como por ejemplo los períodos de desove de peces. Esto puede realizarse de diversas maneras. Por ejemplo, las estaciones de mayor preocupación pueden mostrarse a través de cartas, puntos, anillos o meses del año (ver Figura 2.6).

En las regiones ecuatoriales donde no existen esencialmente estaciones, el método de los “meses del año” puede ser el más apropiado.

Figura 2.6 - Descripción de la estacionalidad

Estaciones			Meses
Abreviaciones	Puntos	Anillos	Letras
			

Puede utilizarse un número en conjunto con un símbolo para representar especies específicas o una ubicación específica. El número que acompaña al símbolo en el mapa correspondería a información específica en de la base de datos (e.g., #29) puede representar específicamente ballenas yubarta.



Se recomienda que los miembros de ARPEL adopten un sistema estándar de números-símbolos para especies individuales de todos los países de América Latina y el Caribe. Esto aseguraría que todos los símbolos y números fueran uniformes entre los países participantes.

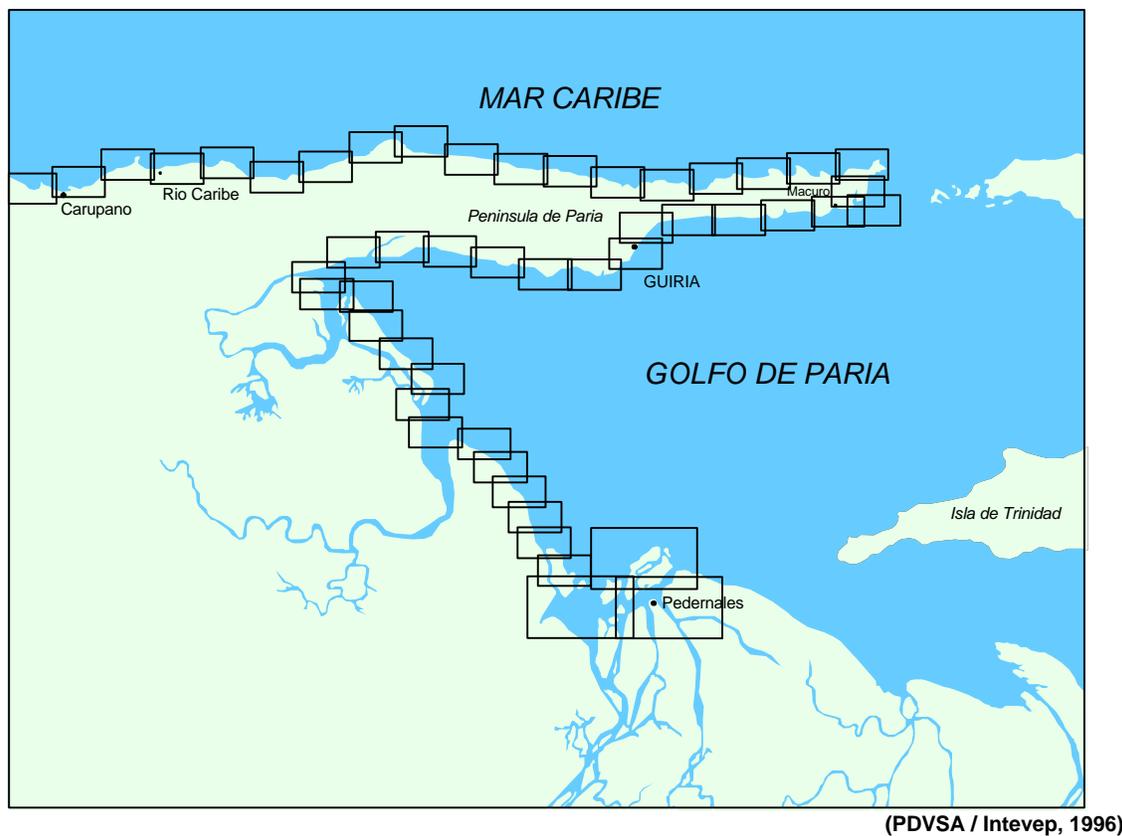
2.5 PASO 5 TRAZAR LOS MAPAS

Una vez que el mapa de base y los datos de sensibilidad se han reunido, normalmente se elabora un juego de mapas en papel. Si los mapas ya están en papel (sistemas basados en papel), entonces estos mapas pueden copiarse para uso individual o compilarse en un atlas.

Si se utiliza un sistema basado en computadora, entonces los mapas pueden imprimirse (o trazarse) según las necesidades, o compilarse en un formato tipo atlas. El sistema de computadora tiene la ventaja de que un mapa de cualquier tamaño, que describe una región cualquiera en el área cubierta, puede ser fácilmente trazado.

En todo caso, si se elabora un atlas, será necesario crear un mapa de ubicación con el fin de encontrar mapas individuales dentro del atlas. Según se muestra en el mapa de Venezuela más abajo (Figura 2.7), los mapas de ubicación también indican el alcance geográfico del sistema de trazado del mapa.

Figura 2.7 - Ejemplo de un mapa de ubicación



2.6 PASO 6 REVISAR/ACTUALIZAR LOS MAPAS Y LOS DATOS

Existen varias razones por las cuales puedan requerirse actualizar los mapas de sensibilidad:

- Cambian las necesidades de información del usuario del mapa.
- Cambian los datos de uso humano (números telefónicos, personal, etc.).
- Hay más datos disponibles (de estudios en curso, etc.).
- Se requiere más detalle en áreas de alto riesgo.
- Se agranda el área geográfica (el alcance) de interés.

En todo caso, puede ser necesario actualizar los mapas cada seis meses o menos. Por este motivo, los factores arriba mencionados deben considerarse cuidadosamente cuando se selecciona un sistema de trazado del mapa (Paso 2).

3.0 ÍNDICE DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL (ISA)

3.1 ANTECEDENTES

Los ISAs fueron originalmente propuestos como una herramienta para respuesta a derrames de hidrocarburos por E. R. Gundlach y M. O. Hayes en 1978 (Michel et al., 1995). Desde entonces, se han utilizado varias aproximaciones para asignar valores numéricos a la sensibilidad de una ribera a los hidrocarburos. La mayor parte de ellas utilizan una escala de 1 a 10, y cubren la mayoría de las clases de ribera que seguramente se encontrarán en cualquier parte del mundo.

Otros sistemas utilizan menos (Owens & LeBlanc, 1996) o más (Harper et al., 1991) valores numéricos, dependiendo en cuan detalladamente se definan las características de la ribera. Otro método más simplificado divide la ribera en tres clases simples:

Áreas rojas	indican áreas de sensibilidad alta
Áreas verdes	indican áreas de sensibilidad media
Áreas azules	indican áreas de baja sensibilidad

Este método se traduce en mapas más fácilmente comprensibles (y quizás más útiles). Sin embargo, se requiere más esfuerzo para desarrollarlos teniendo en cuenta factores tales como sensibilidad ambiental, la viabilidad de métodos de respuesta, preocupaciones socio-económicas, y otros factores.

Donde existan riesgos de derrames en áreas interiores tales como ríos y sistemas de arroyos, se puede utilizar un sistema de categorías de cursos de agua. Dado que el terreno de los arroyos puede variar mucho en pequeñas áreas, no es práctico trazar mapas de todos los segmentos de la ribera. La aproximación para la categorización de cursos de agua agrupa cursos de agua individuales que pueden incluir corrientes y ríos de diversos tamaños y naturaleza. Esta aproximación está explicada en detalle por Michel et al. (1994).

Es importante notar que aunque la identificación de clases de riberas (basada solamente en la geomorfología) pueden aportar información útil para los usuarios de los mapas, los ISAs no deben interpretarse como un indicador verdadero de la sensibilidad. En cambio, los ISAs deben utilizarse para identificar la **vulnerabilidad relativa** de diferentes clases de ribera. Los ISAs no tienen en cuenta otros factores significativamente potenciales que incluyen aspectos biológicos, económicos y sociales (ver Sección 3.3).

En esta Guía, se describe el sistema ISA desarrollado por la U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Este sistema se utiliza y es ampliamente aceptado en todo el mundo. La Tabla 3.1 lista los diez ISAs de riberas y sus equivalentes en lagos y ríos.

Tabla 3.1 - Clases comparables de riberas/orillas			
ISA	Costero (Estuarino)	Lago (Lacustre)	Río (Ribereño)
1	acantilados/diques verticales expuestos	acantilados/diques verticales expuestos	orillas/diques verticales expuestos
2	plataformas expuestas y talladas por las olas	costas inclinadas de lecho rocoso	bordes de lecho rocoso
3	playas de arena de grano fino a medio	riscos de sedimento no consolidado	orillas de sedimento no consolidado
4	playas de arena de grano grueso	playas de arena	orillas arenosas y márgenes con poca pendiente
5	playas con mezcla de arena y grava	playas con mezcla de arena y grava	orillas arenosas con mezcla de arena y grava y bancos bajos
6	playas de grava y piedras sueltas	playas de grava y piedras sueltas	orillas de grava y piedras sueltas
7	bancos mareales expuestos	bancos expuestos	<i>no existe equivalente ribereño</i>
8	costas recosas y diques marítimos protegidos	costas recosas y diques acuáticos protegidos	riscos protegidos de gran pendiente
9	bancos mareales protegidos	orillas llanas protegidos de arena/lodo con vegetación	orillas llanas con vegetación
10	marismas, pantanos y manglares	marismas, pantanos, ciénagas, fangales	marismas, pantanos, lagos donde desembocan ríos

(De USEPA y NOAA, 1994)

3.2 FACTORES QUE AFECTAN LA VULNERABILIDAD DE LA RIBERA (ISAs)

La vulnerabilidad de la ribera a los derrames de hidrocarburos se ve afectada por:

- 1 exposición a la energía de olas y de marea (cuan refugiada está)
- 2 tipo de sustrato (permeabilidad, movilidad del sedimento)
- 3 pendiente del segmento intermareal de la ribera (o expuesto a inundaciones)

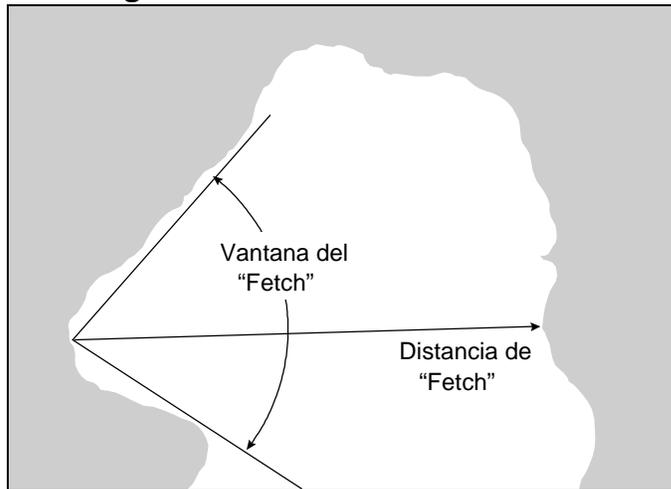
3.2.1 EXPOSICIÓN A LA ENERGÍA DE OLAS Y DE MAREA

Generalmente se asignan bajos valores de ISAs a las riberas expuestas a altos niveles de energía de olas y de marea dado que la fuerza de la rompiente de olas promueve la limpieza natural y una remodelación de la ribera intermareal y por lo tanto tiende a disminuir el tiempo de residencia del hidrocarburo.

Las corrientes de costa afuera creadas por la refracción/reflexión de las olas también pueden empujar el petróleo derramado lejos de la costa y minimizar sus efectos. Por estas razones, los organismos biológicos no son muy abundantes en ambientes de alta energía de olas.

Las variaciones mareales (junto con la pendiente de ribera) determinan el tamaño y la magnitud de la zona intermareal (i.e., la máxima superficie que puede estar expuesta a recubrimiento por hidrocarburos en el caso de un derrame). Para ambientes lacustres o ribereños, la zona intermareal corresponde a la zona de fluctuación ribereña o a la zona de “swash” de olas [entre los niveles anuales de agua más bajo y más alto (Environment Canada, 1994a)]. Generalmente se conocen bien las variaciones mareales y los datos son relativamente fáciles de obtener. La exposición a olas puede estimarse utilizando un simple cálculo del “fetch” de la ola. El “fetch” de la ola se refiere a la distancia por encima de la cual las olas pueden generarse por el viento.

Figura 3.1 - “Fetch” de la ola



La **Ventana del "Fetch"** es el ángulo máximo de "fetches" de viento que afectan una ribera.

La **Distancia de "Fetch"** es la distancia desde la ribera a la recalada más cercana ocupando una porción importante de la ventana del "fetch".

(de Owens et al., 1992)

La exposición a las olas puede estimarse utilizando la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 - Estimación del “fetch” de la ola

Distancia del “fetch”	Ventana del “Fetch”			
	< 45°	45° - 120°	120° - 180°	> 180°
< 5 km	baja	baja	baja	baja
5 - 10 km	baja	media	media	media
10 - 50 km	media	media	alta	alta
> 50 km	alta	alta	alta	alta

(de Harper y Williams 1993)

3.2.2 TIPO DE SUSTRATO

El tipo de sustrato, i.e., la textura, es quizás el factor más importante durante la asignación de ISAs. El tipo de sustrato de la ribera determinará o afectará muchos de los otros parámetros incluyendo permeabilidad, movilidad del sedimento, residencia del hidrocarburo, y las clases de comunidades biológicas.

La permeabilidad del sustrato se correlaciona directamente con la infiltración potencial, y por lo tanto, con la residencia del hidrocarburo. Cuanto mayor el tamaño del grano del sustrato, más profundamente se infiltrará el hidrocarburo. Los ejemplos varían desde un acantilado rocoso expuesto, que es bastante impermeable (a menos que sea a través de las fracturas), hasta una playa de grava gruesa bien clasificada, donde la penetración del hidrocarburo puede exceder 100 cm (Michel et al., 1995).

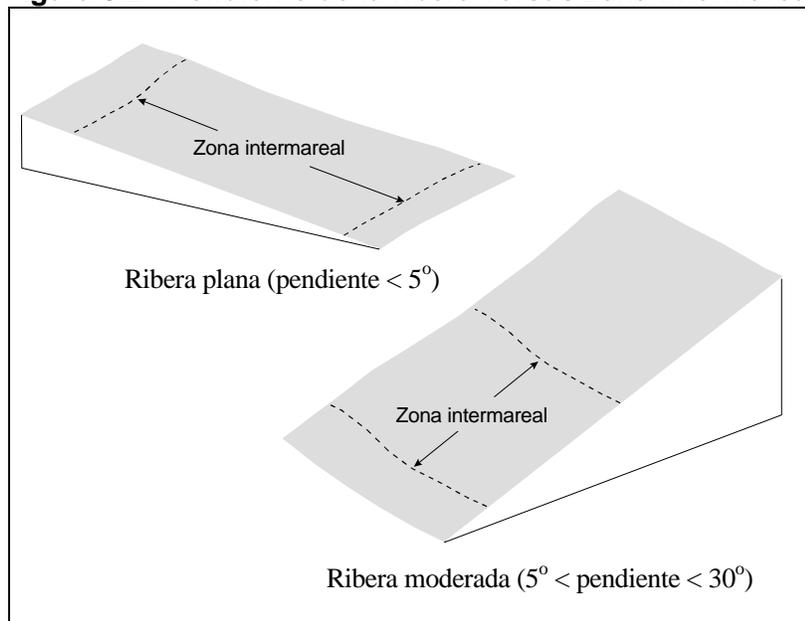
Los sustratos no consolidados tienen tendencia a la movilidad del sedimento a través de la acción normal de las olas la cual puede acelerarse bastante durante algunas tormentas. El movimiento de los sedimentos puede aumentar el tiempo de residencia del hidrocarburo al hacer que el mismo se entierre. Los sustratos forman los cimientos básicos que determinan las clases de comunidades bióticas que podrán existir en un lugar dado.

3.2.3 PENDIENTE DE LA ZONA INTERMAREAL

La pendiente de un determinado segmento de ribera determina el tamaño relativo de la superficie intermareal. La pendiente se describe generalmente como: pronunciada [$> 30^\circ$], moderada [$< 30^\circ$ y $> 5^\circ$], o plana [menor de 5°] (Michel et al., 1995).

La pendiente de la ribera dictamina la cantidad de energía de rompiente de la ola y de reflexión de la ola.

Figura 3.2 - Pendiente de la ribera versus zona intermareal



Las pendientes más pronunciadas están generalmente expuestas a una intensa energía de rompiente y de reflexión. Es muy posible que el tiempo de residencia del hidrocarburo sea mínimo y que la ribera se limpie rápida y naturalmente de todo hidrocarburo.

Las riberas planas no sólo están expuestas a menores energías de ola (mayor tiempo de residencia y menos acciones de limpieza natural) sino que también tienen áreas intermareales más grandes lo que permite el establecimiento de comunidades biológicas extensamente desarrolladas, e.g., lechos de almejas, comunidades de algas/plantas (Michel et al., 1995).

3.3 FACTORES NO INCLUIDOS EN LOS ISAS

3.3.1 PRODUCTIVIDAD Y SENSIBILIDAD BIOLÓGICA

Las especies biológicas presentes en el área de un derrame de hidrocarburos son los receptores finales de todo hidrocarburo no recuperado. La densidad y diversidad de las comunidades biológicas se correlacionan, en parte, con los tres factores previos relacionados a las clasificaciones de ISA, i.e., exposición, tipo de sustrato y pendiente de la ribera. La densidad y diversidad de las especies son generalmente mayores en ambientes con baja energía de ola y de marea con sustratos llanos no consolidados (e.g., marismas salinas o bosques de manglares).

Generalmente, cuanto mayor es la densidad de la comunidad biológica, mayor es la categoría de ISA.

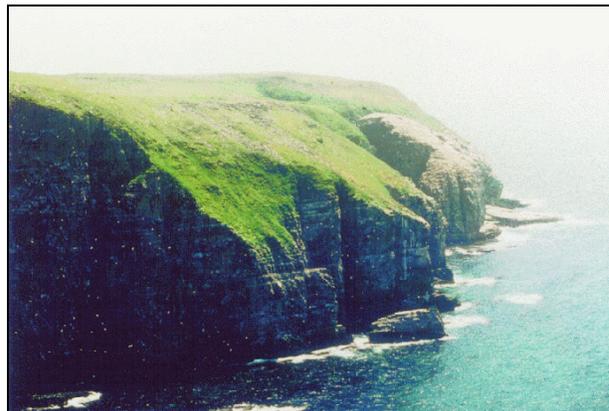
A pesar de que no siempre se incluyen en un análisis de ISA, se deberían considerar variables relacionadas a la biología tales como rareza de especies (amenazadas o en peligro) o especies estacionales.

3.3.2 USO HUMANO Y SENSIBILIDAD

Los factores de uso humano no están incluidos específicamente dentro del sistema de categorización ISA de la NOAA; sin embargo, se deberían considerar factores como densidad de población humana, usos recreacionales y/o industriales y receptores sensibles, cuando se categorizan ambientes de ribera o de orillas.

3.4 EJEMPLOS DE ISAS Y SUS CARACTERÍSTICAS DE DERRAMES

ISA 1 Substratos verticales impermeables expuestos



Acantilados verticales expuestos en Cabo St. Marys, Terranova, Canadá

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • acantilados/bancos rocosos • paredes marinas hechas por el hombre
General	<ul style="list-style-type: none"> • alta energía de olas o de corrientes de marea • fuerte reflexión de olas • sustratos impermeables • pendiente pronunciada a vertical (estrecha zona intermareal) • baja densidad o comunidades biológicas robustas
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • no hay penetración de hidrocarburo • la persistencia del hidrocarburo es baja
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • generalmente no se requiere limpieza de la ribera

ISA 2 Sustratos no-verticales impermeables expuestos



Promontorio rocoso en Peggy's Cove, Nueva Escocia, Canadá

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • plataformas y arrecifes rocosos expuestos y tallados por las olas
General	<ul style="list-style-type: none"> • alta energía de olas o de corrientes de marea • fuerte reflexión de olas • sustratos impermeables • pendiente < 30° (zona intermareal más ancha) • mobile sediments at base of cliffs • comunidades biológicas robustas
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • no hay penetración de hidrocarburo • la persistencia del hidrocarburo es mayor (particularmente en piscinas mareales protegidas) • los impactos a la biota de piscinas mareales pueden ser severos
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • generalmente no se requiere limpieza de la ribera

ISA 3 Substrato semi-permeable,
baja penetración de
hidrocarburo



*Playa de arena de grano fino
en Montevideo, Uruguay*

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • playas de arena de grano fino a medio • acantilados y bancos desgastados no consolidados
General	<ul style="list-style-type: none"> • mediana energía de olas o de corrientes de marea • mediana reflexión de olas • sustratos semi-permeables (arena fina a media) • pendiente generalmente $< 5^\circ$ (ancha zona intermareal) • mediana movilidad del sedimento • sedimentos regularmente movilizados (procesos lentos excepto por tormentas) • densidades relativamente bajas de organismos bióticos
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • la penetración del hidrocarburo es generalmente < 10 cm • la persistencia del hidrocarburo es mayor • la posibilidad de que el hidrocarburo se entierre es mínima debida a la lenta movilidad de masa de los sedimentos (excepto durante las tormentas) • los impactos a las comunidades bióticas intermareales pueden ser severos (pueden afectar especies de crustáceos económicamente importantes)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • puede requerirse limpieza de la ribera a través de remoción/lavado mecánico • es posible el tráfico vehicular con acceso

ISA 4 Permeabilidad media,
mediana penetración de
hidrocarburo



*Playa de arena de grano grueso
cerca de Laguna Negra, Uruguay*

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • playas o bancos de arena de grano grueso
General	<ul style="list-style-type: none"> • mediana energía de olas o de corrientes de marea • mediana reflexión de olas • sustratos moderadamente permeables • pendiente generalmente entre 5° y 15° (zona intermareal más ancha) • alta movilidad del sedimento • densidades relativamente bajas de organismos bióticos
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • la penetración del hidrocarburo es generalmente < 25 cm • la persistencia del hidrocarburo es mayor • es posible que el hidrocarburo se entierre rápidamente • los impactos a las comunidades bióticas intermareales pueden ser severos (pueden afectar especies de crustáceos económicamente importantes)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • puede requerirse limpieza de la ribera a través de remoción/lavado mecánico • puede no ser posible el tráfico vehicular (dependiendo de la estabilidad del sustrato)

ISA 5 Permeabilidad media-alta,
alta penetración/entierro de
hidrocarburo



*Playa con mezcla de arena y grava
cerca de Tofino, British Columbia, Canadá*

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> playas o bancos con mezcla de arena y grava
General	<ul style="list-style-type: none"> variada energía de olas y de corrientes de marea mediana reflexión de olas sustratos de permeabilidad media a alta los tamaños de grano varían entre muy finos cerca de la línea de marea alta y muy gruesos cerca de la base de la playa la grava representa por lo menos el 20% de sedimento pendiente generalmente entre 8° y 15° (zona intermareal más ancha) alta movilidad del sedimento durante las tormentas densidades de organismos bióticos aumentan cerca de los niveles intermareales más bajos los niveles intermareales más altos se secan demasiado rápidamente para la mayoría de los organismos intermareales la movilidad del sedimento también restringe la colonización biótica
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> la penetración del hidrocarburo es generalmente < 50 cm la persistencia del hidrocarburo puede ser alta si éste se entierra las tormentas periódicas pueden ayudar en la remoción y/o entierro del hidrocarburo
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> la limpieza de la ribera puede dificultarse debido a una gran profundidad de penetración del hidrocarburo y a la potencialmente baja traficabilidad de esta clase de ribera

ISA 6 Permeabilidad alta, alta penetración/entierro de hidrocarburo



*Playa con mezcla de grava y guijarros
Yemen Suroriental*

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> playas de grava gruesa, guijarros o conchas o áreas con piedras sueltas
General	<ul style="list-style-type: none"> energía de olas y de corrientes de marea intermitentes reflexión de olas variable sustratos de permeabilidad alta los tamaños de grano varían entre los más finos cerca de la línea de marea alta y los más gruesos cerca de la base de la playa pendiente generalmente entre 10° y 20° (zona intermareal moderada) la más alta movilidad del sedimento durante las tormentas densidades de organismos bióticos muy bajas excepto cerca de los niveles intermareales más bajos debido a movilidad del sedimento
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> la penetración del hidrocarburo < 100 cm la persistencia del hidrocarburo puede ser alta si éste se entierra o si las tormentas luego, de que se enterró, son poco frecuentes puede ocurrir un entierro rápido del hidrocarburo (posiblemente por debajo de las profundidades anuales de formación de cauce)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> la limpieza de la ribera puede dificultarse debido a una gran profundidad de penetración del hidrocarburo y a la potencialmente baja traficabilidad de esta clase de ribera

ISA 7 Sustrato permeable,
expuesto y llano



*Banco mareal expuesto, Bahía de Fundy,
Nueva Escocia, Canadá*

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • bancos mareales expuestos
General	<ul style="list-style-type: none"> • energía de olas y de corrientes de marea menores • baja reflexión de olas • sustratos de permeabilidad alta • el tipo de sedimento preponderante es la arena (también puede haber limo y grava) • pendiente generalmente muy somera < 3° (zona intermareal potencialmente extensa - hasta 1 km) • densidades de organismos bióticos usualmente altas
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • la penetración del hidrocarburo está limitada debido a sedimentos saturados en agua • la penetración del hidrocarburo puede ocurrir cerca de la línea de marea alta • el hidrocarburo generalmente se transporta a la línea de marea alta a través de movimientos de marea • el impacto del hidrocarburo en las abundantes poblaciones bióticas puede ser alta debido a la exposición tóxica (hidrocarburos livianos o fracción dispersa) o asfixia (hidrocarburos pesados)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • la limpieza de la ribera puede dificultarse debido a la sensibilidad de muchas de estas áreas

ISA 8 Sustrato duro, impermeable y protegido



Costa rocosa protegida, Punta del Este, Uruguay

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • costas rocosas protegidas • pendientes protegidas de piedra cantera • acantilados protegidos • estructuras protegidas hechas por el hombre (e.g. muros de contención) • riscos escarpados protegidos
General	<ul style="list-style-type: none"> • baja energía de olas y de corrientes de marea • sustratos relativamente impermeables a moderadamente permeables (lecho de piedras o piedra cantera) • pendiente generalmente muy alta > 15° (zona intermareal angosta) • denso recubrimiento de algas y organismos asociados
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • la penetración del hidrocarburo varía dependiendo de la permeabilidad del sustrato • la persistencia del hidrocarburo puede ser mayor en áreas protegidas de baja energía • el impacto del hidrocarburo en las abundantes poblaciones bióticas puede ser alto debido a la exposición tóxica (hidrocarburos livianos o fracción dispersa) o asfixia (hidrocarburos pesados)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • la limpieza de la ribera puede dificultarse debido al acceso limitado a algunas áreas protegidas y a la potencialmente alta mortandad biótica debida a disturbios mecánicos

ISA 9 Sustrato blando, llano,
semi-permeable y protegido



*Banco mareal protegido, Hopewell Rocks,
New Brunswick, Canadá*

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • bancos de arena/lodo protegidos • bancos mareales protegidos • bancos bajos protegidos y con vegetación
General	<ul style="list-style-type: none"> • baja energía de olas y de corrientes de marea • variaciones mareales poco frecuentes • sustratos semi-permeables (lodos limosos) • pendiente generalmente muy baja $< 3^\circ$ (zona intermareal potencialmente extensa - hasta 1 km) • la densidad de organismos bióticos es generalmente muy alta
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • la penetración del hidrocarburo es limitada debido a los sedimentos saturados en agua • la penetración del hidrocarburo puede ocurrir cerca de la línea de marea alta • el hidrocarburo generalmente se transporta a la línea de marea alta a través de movimientos mareales • el impacto del hidrocarburo en las abundantes poblaciones bióticas puede ser alto debido a la exposición tóxica (hidrocarburos livianos o fracción dispersa) o asfixia (hidrocarburos pesados)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • el potencial de limpieza es muy bajo debido a la sensibilidad del ambiente y a la gran probabilidad de un extenso daño mecánico • las tasas de recuperación natural son muy lentas

ISA 10 Pantanos emergentes y con vegetación



Bosque de manglares, Cartagena, Colombia

Ejemplos	<ul style="list-style-type: none"> • marismas • manglares • pantanos • lagos donde vierten los ríos
General	<ul style="list-style-type: none"> • ambientes de baja energía • sustratos semi-permeables (lodos limosos) • pendiente generalmente muy baja < 3° (zona intermareal potencialmente extensa) • alta densidad y diversidad de comunidad biótica
Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • la penetración del hidrocarburo es limitada debido a los sedimentos saturados en agua • se produce un recubrimiento de la vegetación por hidrocarburos en la zona intermareal • el recubrimiento directo con hidrocarburos viscosos pueden sofocar a los organismos bentónicos y a los sistemas de raíces • los hidrocarburos livianos pueden matar a la vegetación (y a la fauna dependiente) por efectos tóxicos • el impacto del hidrocarburos en las abundantes poblaciones bióticas puede ser alto debido a la exposición tóxica (hidrocarburos livianos o fracción dispersa) o asfixia (hidrocarburos pesados)
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • la limpieza es muy difícil debido al extenso recubrimiento de vegetación • las tasas de recuperación natural son muy bajas debido a los bajos niveles de energía de estos ambientes y a la ausencia o reducidas tasas de biodegradación debidas a condiciones anaeróbicas del sustrato

4.0 NECESIDADES DE INFORMACIÓN

Esta sección describe los datos específicos que pueden requerirse para apoyar a los mapas. Como se mencionó previamente, todos los sistemas de trazado de mapas diferirán según las necesidades específicas del usuario, y por lo tanto muchos sistemas no requerirán de todo el detalle aquí provisto. También puede haber casos donde, debido a las necesidades del usuario, se pueda requerir más detalle en algunas áreas.

La información se divide en cuatro grupos:

- tipos de ribera
- biología
- uso humano
- respuesta al derrame

4.1 TIPOS DE RIBERA

La geomorfología de la ribera o de los bancos del río/corriente debe exhibirse en mapas de sensibilidad dado que es crítico para determinar la sensibilidad a un derrame de hidrocarburos.

Todas las variables como ser el tipo de sustrato, el tamaño del gránulo, la pendiente, la exposición y la movilidad del sedimento, tienen efecto sobre el tiempo de residencia potencial y los impactos de exposición al hidrocarburo. La geomorfología es también un factor clave en el tipo y densidad de comunidades biológicas.

Cualquier programa de reconocimiento de geomorfología de la costa o de la ribera, debería cubrir los siguientes parámetros:

- condiciones de exposición/energía
- tipo de sustrato (sólido o no consolidado)
- tamaño de grano o del fragmento (si no está consolidado)
- permeabilidad
- movilidad del sedimento
- acceso de vehículos/embarcaciones
- traficabilidad del área mareal
- métodos aplicables de limpieza de hidrocarburos

Para información sobre clases específicas de riberas, ver Sección 3.4.

4.2 BIOLÓGÍA

Los derrames de hidrocarburos pueden afectar una amplia gama de especies de plantas y de animales, dependiendo de su distribución y de su etapa de vida. En general los hidrocarburos afectan la vida salvaje y las especies de plantas de tres maneras:

Impactos directos	
<i>Sofocamiento</i>	Los animales con capas sensibles, piel o plumas pueden cubrirse con hidrocarburo inhibiéndose así las funciones y el movimiento normales del cuerpo. Las plantas pueden también verse afectadas a través de una disminución del suministro de oxígeno y la inhibición de la transpiración normal (e.g., recubrimiento de neumatóforos en árboles negros de manglares). El sofocamiento directo se asocia normalmente con derrames de hidrocarburos meteorizados altamente viscosos.
<i>Exposición tóxica</i>	Pueden ocurrir efectos tóxicos directos a través de la ingestión directa, la absorción y la inhalación de hidrocarburos. La mortalidad de plantas puede ocurrir a través del contacto directo y de la exposición al hidrocarburo o por absorción de la raíz desde sedimentos contaminados.
Impactos indirectos	
<i>Pérdida de hábitat o fuente de alimentos</i>	La mortandad de plantas o de animales de la parte inferior de la cadena alimenticia (especies de presa) por derrames de hidrocarburos, afectarán indirectamente a los animales o plantas que dependen de ellos (directa o indirectamente) ya sea como fuente de alimentación o por el hábitat.

Nota La Serie de Informes IPIECA “*Impactos biológicos de la contaminación por hidrocarburos*” son una excelente fuente de información sobre derrames de hidrocarburos y sus efectos sobre formas naturales.

A fin de evitar el amontonamiento y posibles confusiones, los mapas de sensibilidad sólo deberían exhibir las ubicaciones de las especies más sensibles, las etapas de vida y las áreas, y no la región completa donde pueden aparecer determinadas especies (USEPA y NOAA, 1994). Esto permitirá que el usuario enfoque su atención en las áreas críticas.

Los recursos biológicos en riesgo de derrames de hidrocarburos pueden generalmente dividirse en las siguientes categorías:

- mamíferos (marinos y terrestres)
- aves
- peces
- moluscos
- crustáceos
- reptiles/anfibios
- plantas
- hábitats bentónicos/intermareales/ribereños

La información de mamíferos y aves debería incluir la etapa de vida, las concentraciones y los períodos de reproducción.

Para especies de peces, se deberán incluir los períodos de tiempo dedicados al agua poco profunda, incluyendo desove y cría, o las etapas de vida cuando son particularmente sensibles a los hidrocarburos. Las áreas de desove o de criadero también deberían incluirse para peces anadromos, desovadores en playa y algas marinas.

La información de moluscos y crustáceos es de naturaleza relativamente similar. La información clave incluye semilleros, áreas de cosecha u otras áreas de altas concentraciones.

Para los reptiles, particularmente las especies raras tales como muchas de las tortugas marinas, son críticas las fechas de posturas de huevos y de eclosión. Otro tipo de información sobre reptiles y anfibios está generalmente restringida a áreas con altas concentraciones poblacionales.

La información sobre comunidades críticas de plantas y hábitats bentónicos, incluyendo arrecifes de coral, y lechos de algas y de algas marinas, deberían incluir lugares geográficos y datos sobre otras especies que dependen del hábitat o de la comunidad de plantas para la supervivencia.

La información debería también incluir datos de expertos en relación a la biología de especies individuales para el caso que surjan preguntas durante las etapas críticas en una respuesta a un derrame de hidrocarburos.

La Tabla 4.1 detalla los requerimientos de datos de biología típicamente utilizados en sistemas de trazado del mapa de sensibilidad norteamericanos.

Tabla 4.1 - Requerimientos de datos biológicos	
Especies	Requerimientos de mapa/datos
Mamíferos marinos	
<ul style="list-style-type: none"> • lobos marinos • focas • manatíes • nutrias de mar • ballenas • delfines 	<ul style="list-style-type: none"> • alcance de recorrido, áreas de concentración • alcance de recorrido, áreas de concentración • áreas de concentración, especies en peligro • áreas de concentración • concentraciones, presencia estacional, especies en peligro • áreas de concentración, presencia estacional
Mamíferos terrestres	
<ul style="list-style-type: none"> • roedores • venados • familia de felinos • especies en peligro 	<ul style="list-style-type: none"> • áreas de concentración y hábitats importantes (para todos) • las ubicaciones pueden ser confidenciales
Aves	
<ul style="list-style-type: none"> • somorgujos • aves acuáticas • aves costeras • aves zancudas • aves/gaviotas/golondrinas demar • raptores • pingüinos • especies en peligro 	<ul style="list-style-type: none"> • colonias de grajos, áreas de forraje • áreas de concentración y de anidación, corredores migratorios • áreas de anidación y de migración • colonias de grajos, áreas importantes de forraje • sitios de anidación • sitios de anidación, áreas importantes de forraje • lugares de nidos/colonias • hábitats importantes (las ubicaciones pueden ser confidenciales)
Peces	
<ul style="list-style-type: none"> • peces anadromos • desovadores de playa • desovadores de algas marinas • especies de todo tipo de peces • especies de peces en peligro 	<ul style="list-style-type: none"> • corrientes de desove • playas de desove • ubicaciones de desove • áreas de criadero, áreas de concentración • hábitats importantes (las ubicaciones pueden ser confidenciales)
Moluscos	
<ul style="list-style-type: none"> • almejas • ostras • mejillones 	<ul style="list-style-type: none"> • abundantes ubicaciones de lechos • semilleros, abundantes ubicaciones de lechos • abundantes ubicaciones de lechos
Crustáceos	
<ul style="list-style-type: none"> • cangrejos • camarones • langostas 	<ul style="list-style-type: none"> • áreas de criadero/concentración • áreas de criadero • áreas de criadero/concentración

(Modificado de USEPA y NOAA 1994 y de Environment Canada 1993)

Tabla 4.1 - Requerimientos de datos biológicos (cont.)	
Especies	Requerimientos de mapa/datos
Reptiles y Anfibios	
<ul style="list-style-type: none"> • tortugas marinas • caimanes/cocodrilos • especies en peligro 	<ul style="list-style-type: none"> • áreas de anidación, áreas de alimentación • áreas de concentración • hábitats importantes (las ubicaciones pueden ser confidenciales)
Plantas	
<ul style="list-style-type: none"> • especies en peligro 	<ul style="list-style-type: none"> • hábitats importantes (las ubicaciones pueden ser confidenciales)
Hábitats bentónicos	
<ul style="list-style-type: none"> • lechos de algas • arrecifes de coral • lechos de algas marinas 	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • ubicaciones • ubicaciones

(Modificado de USEPA y NOAA 1994 y de Environment Canada 1993)

Adicionalmente, la información de especies específicas debería mantenerse e incluirse en los mapas (de USEPA y NOAA, 1994):

- las etapas de vida presentes para cada mes del año
- concentraciones
- estado regional, nacional o internacional (e.g., rara, amenazada, en peligro, etc.)
- períodos de reproducción
- datos de expertos (locales, regionales, nacionales o internacionales)

Si esta información se compone cuidadosamente, proveerá a los responsables de las decisiones en la respuesta a emergencias con todas las herramientas necesarias para minimizar impactos potenciales a la vida salvaje.

4.3 RECURSOS DE USO HUMANO

Los derrames de hidrocarburos también pueden afectar recursos humanos. Numerosas clases de desarrollo y actividades se suceden en o cerca de áreas costeras o ribereñas y son a menudo extremadamente sensibles a los impactos de hidrocarburo derramado.

Los recursos de uso humano en riesgo por derrames de hidrocarburos pueden generalmente dividirse en las siguientes categorías:

- desarrollos
- recreacional
- extracción de recursos
- cultural/arqueológico
- áreas de manejo

Desarrollos

Los desarrollos se refieren a estructuras hechas por el hombre y a “mejoras” que pueden verse afectadas directa o indirectamente por derrames de hidrocarburos. Esta categoría también incluye desarrollos que no son necesariamente “receptores sensibles”, pero que pueden asistir a los que combaten el derrame, e.g., rutas de acceso. Los lugares, información específica de instalaciones, nombres y números de teléfono de contactos son necesarios para la notificación y recolección de información adicional.

Recreacional

Las instalaciones recreacionales mostradas en mapas deberían incluir todas las áreas de alto uso, indicando sus actividades específicas. Los lugares, la información específica del sitio y nombres y números de teléfono de contactos (si es aplicable) son necesarios para la notificación y recolección de información adicional.

Extracción de recursos

La información de extracción de recursos debería incluir todos los lugares donde podría tener impacto un derrame de hidrocarburos. La notificación a través de nombre y números de teléfono de contactos de particular importancia para cualquier fuente de extracción que incluya fuentes de comida tales como pesquerías, y operaciones de acuicultura y relacionadas a la subsistencia.

Cultural/arqueológico

Deberían incluirse los sitios culturales/arqueológicos. Debería retenerse la ubicación de los sitios y todo nombre y número telefónico de contactos en agencias privadas o gubernamentales que administran los sitios. Es importante reconocer la confidencialidad de la ubicación de estos sitios. En algunos casos, debería utilizarse el área general más que una ubicación específica a fin de proteger estos recursos importantes. Este es un buen ejemplo que apoya la habilidad de un programa de SIG para “prender” o “apagar” niveles particulares de información.

Áreas de manejo

Los mapas de sensibilidad también deberían incluir todas las áreas especiales administradas por el gobierno tales como parques nacionales o internacionales así como refugios de vida salvaje o de conservación. Las áreas marinas protegidas costa afuera son también críticas para incluirse en los mapas. Los nombres y números telefónicos de contactos también deberían retenerse para todas la áreas identificadas. Los contactos gubernamentales deberían consultarse en forma regular con respecto a cualquier cambio o agregado a los límites o a las ubicaciones de las áreas protegidas.

Tabla 4.2 - Requerimientos de datos de uso humano	
Característica	Requerimientos de mapa/datos
Desarrollos	
áreas/desarrollos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> • propiedades de retención del hidrocarburo • propiedades de transmisión del hidrocarburo
rutas de acceso	<ul style="list-style-type: none"> • autopistas/sistemas de camiones • senderos de caminos
aeropuertos	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones
marinas/rampas de botes	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • embarcaciones que pueden acomodarse • número de embarcaciones • embarcaciones utilizadas como residencias
instalaciones industriales	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
tomas de agua	<ul style="list-style-type: none"> • uso del agua (volumen y tipo de uso) • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
represas/vertederos/esclusas	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • número de teléfono, fax y nombre de contacto local

Tabla 4.2 - Requerimientos de datos de uso humano (cont.)	
Característica	Requerimientos de mapa/datos
Desarrollos	
ubicaciones de fuentes de derrames - refinерías - instalaciones de producción - instalaciones de almacenamiento de combustibles - instalaciones químicas - producción/perforación costa afuera - oleoductos (líquidos) - terminales	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • naturaleza y volumen de los materiales almacenados • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
oleoductos	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • naturaleza y volumen de los materiales almacenados • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
Recreacional	
playas	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones
lugares de campamentos	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
buceo	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones
marinas	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
pesca deportiva	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones
Extracción de recursos	
sitios de acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • nombre y número de teléfono del propietario/operador
pesquerías comerciales	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones
sitios de minería	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
sitios de explotación forestal	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
pesca/caza/recolección de subsistencia	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • ubicaciones de residentes o contactos locales
Culturales/arqueológicos	
sitios arqueológicos	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones (las ubicaciones específicas pueden ser confidenciales)
sitios históricos	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones ((las ubicaciones específicas pueden ser confidenciales)

Tabla 4.2 - Requerimientos de datos de uso humano (cont.)	
Característica	Requerimientos de mapa/datos
Áreas de manejo	
fronteras internacionales-estatales-provinciales	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones
parques nacionales-internacionales	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • agencia responsable • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
áreas marinas protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • agencia responsable • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
áreas terrestres protegidas	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • agencia responsable • número de teléfono, fax y nombre de contacto local
refugios de vida salvaje	<ul style="list-style-type: none"> • ubicaciones • agencia responsable • número de teléfono, fax y nombre de contacto local

4.4 INFORMACION PARA DAR RESPUESTA AL DERRAME

Los mapas de sensibilidad deberían incorporar datos que pudieran ser utilizados ya sea para formular estrategias de respuesta, o si es posible, incluir acciones pre-determinadas de control y limpieza. En formato de copia dura, es práctica común describir la geomorfología y los recursos biológicos y de uso humano en un mapa operacional que se acompaña con texto que describe el acceso a segmentos críticos de la ribera. También se incluye a veces una visión general de los recursos para dar respuesta al derrame, incluyendo equipos (barreras, desnatadoras, bombas, etc.) y personal que podría ser necesario para implementar actividades de protección y limpieza. Se describe la practicidad de los métodos de limpieza tanto mecánica como manual en cuanto a ensamblaje, despliegue y operación. También pueden incluirse aspectos relacionados al almacenamiento y disposición de materiales recolectados.

Los mapas deberían incluir puntos de acceso por tierra y agua, especialmente si existe preocupación con las embarcaciones debido a la existencia de canales angostos, arrecifes, rocas o agua poco profunda. Deberían mostrarse los caminos secundarios que no aparecen en mapas comerciales ya que éstos pueden ser críticos en las operaciones de respuesta. El acceso está generalmente ligado a pequeñas bahías y playas rocosas, atracciones turísticas y otras áreas donde la limpieza podría ser prioritaria debido a acumulaciones localizadas de hidrocarburos y/o a preocupaciones por los impactos.

Los mapas de sensibilidad deberían también incluir información para dar respuesta inicial al derrame, e.g., áreas de despliegue de barreras, ubicaciones de acumulación de equipos, sitios de botaduras de barcos.

La información adicional para dar respuesta a derrames que no puede exhibirse visualmente en un mapa, e.g., listas de equipos o técnicas de limpieza específicas para el sitio, generalmente se muestra en una página adyacente o en una base de datos asociada.

Los mapas operacionales no deberían identificar más de 4 ó 5 áreas únicas de protección. Esta información requiere de una comprensión clara de las clases de ribera, los recursos en riesgo y las opciones de respuesta. Se recomienda especialmente el trabajo de campo de especialistas en estas áreas, de manera que los mapas sean de valor práctico durante un derrame. Para riberas muy extensas con varias características repetitivas, existe la tendencia a no inspeccionar todos los segmentos de la misma. Si alcanza el presupuesto, ésto debería evitarse dado que se pueden perder diferencias muy sutiles y se pueden pasar por alto aproximaciones críticas de limpieza.

Tabla 4.3 Requerimientos de datos de respuesta a derrames	
Transporte	
<ul style="list-style-type: none"> • aeropuerto • rutas de acceso a la ribera • rampa de botes • botadura de barcos 	<ul style="list-style-type: none"> • número de teléfono, fax y nombre de contacto local • longitud de la pista (aeropuerto) • tamaño máximo de los barcos (rampa/botadura)
Respuesta	
<ul style="list-style-type: none"> • refinería de petróleo • terminal petrolera • dique seco • áreas de andamiaje de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • número de teléfono, fax y nombre de contacto local • recepción de agua contaminada con hidrocarburo (refinería/terminal petrolera) • tamaño máximo de la embarcación (dique seco) • tamaño/terreno/acceso del área (áreas de andamiaje)
Equipos de respuesta	
desnatadoras	<ul style="list-style-type: none"> • tipo (vertedero/disco/tambor/cuerda de trapos/pincel) • fabricante • capacidad • dimensiones • peso • bomba (incorporada/externa) • tipo de bomba • capacidad de la bomba

Tabla 4.3 Requerimientos de datos de respuesta a derrames (cont.)	
Equipos de respuesta (cont.)	
barreras	<ul style="list-style-type: none"> • tipo (flotación interna/inflables a presión/auto-inflables/tensión externa/permanente) • fabricante • altura (flotador/pollera) • longitud • conectores • relación capacidad de flotación: peso • peso
bombas	<ul style="list-style-type: none"> • tipo (centrífuga/diafragma/peristáltica/otras) • fabricante • capacidad • cabeza de succión • cabeza de descarga
embarcaciones	<ul style="list-style-type: none"> • tipo de casco (fondo plano o en V) • fabricante • longitud • manga • calado • número máximo de personas • potencia • velocidad máxima • capacidad de remolque • capacidad del pescante/grúa
dispersantes	<ul style="list-style-type: none"> • tipo (Corexit/Shell/BP/otros) • volumen • equipamiento para uso en embarcaciones • equipamiento para uso en aviones • áreas de uso restringido
almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • almacenamiento remolcable (clase/volumen) • almacenamiento estacionario (clase/volumen) • barcasas (volumen) • separación de agua contaminada con hidrocarburo (volumen/rendimiento total de procesamiento)
quemado	<ul style="list-style-type: none"> • tipo de equipo • barreras resistentes al fuego • encendedores • equipo de monitoreo • avión

4.5 VERIFICACIÓN DEL SITIO

Una vez que se han examinado todas las fuentes de información posible para determinar las características físicas, biológicas y de uso humano de un área determinada, se deben conducir evaluaciones específicas del sitio para verificar y agregar a los datos existentes. Esta etapa es crucial en el desarrollo de mapas de sensibilidad para asegurarse que la información es exacta y actualizada.

La elaboración de mapas detallados a gran escala no es usualmente posible sin la evaluación en el sitio de la información de los recursos. La información de respuesta a derrames y la específica del área no está generalmente disponible en formato impreso o publicado y sólo puede obtenerse a través de evaluaciones en el sitio.

La evaluación de las características de la ribera y cercanas a la costa normalmente se logra a través de evaluaciones de áreas en el sitio por personal con conocimientos de los recursos ribereños y del destino y efectos del hidrocarburo derramado. En Canadá y en todas partes, los equipos de evaluación formados por el gobierno (Owens y Nelson, 1995) se refieren como SCAT o “Shoreline Cleanup Assessment Teams” (Equipos de Evaluación de Limpieza de la Ribera). Los SCATs generalmente están formados por:

- un geólogo costero que evalúe la geomorfología y la exposición a los impactos por hidrocarburo, i.e., la residencia del hidrocarburo y la permeabilidad
- un ecologista que evalúe la presencia, condición y densidad de la flora y fauna localizada
- un arqueólogo que evalúe los recursos históricos y arqueológicos

Es importante notar que los equipos de evaluación no necesariamente precisan estar formados por los profesionales arriba mencionados. Otros individuos entrenados en la evaluación de estos recursos también pueden desarrollar evaluaciones SCAT.

Los SCAT y otros programas de evaluación utilizan formularios estándar que son llenados por asesores individuales. El uso de formularios asegura que todos los datos sean consistentes y se relacionen con los requerimientos de información y con los usuarios finales.

La información reunida durante las evaluaciones se usa generalmente para compilar o aumentar la información existente en la base de datos. La información que puede ser incluida en un formulario de evaluación *pre-derrame* se resume en la Tabla 4.4. El sistema SCAT también incluye formularios *post-derrame* para verificar el comportamiento “real” y los impactos del hidrocarburo en la ribera.

Tabla 4.4 - Información incluida en los formularios de evaluación SCAT
Información general
<ul style="list-style-type: none"> • ubicación del segmento y número de identificación • referencias cruzadas del atlas de sensibilidad ambiental
Distintivo de la zona costera física
<ul style="list-style-type: none"> • ancho y largo del segmento • tipo de sustrato • comportamiento probable del hidrocarburo • direcciones de movimiento del hidrocarburo en la costa y a lo largo de la costa • trampas de hidrocarburos en la ribera
Temas de recursos
<ul style="list-style-type: none"> • recursos primarios en riesgo • prohibiciones ambientales en las operaciones de respuesta
Consideraciones operacionales
<ul style="list-style-type: none"> • actividades de uso humano • logística local (e.g., refugio, energía, baños, agua potable, etc.) • limpieza de escombros pre-impacto
Consideraciones de seguridad operacional
<ul style="list-style-type: none"> • peligros presentes en tierra • peligros presentes cercanos a la costa o sub-mareales
Consideraciones de respuesta
<ul style="list-style-type: none"> • objetivos y estrategias de respuesta • protección/desviación • opciones de limpieza/recolección • actividades operacionales • equipamiento de respuesta cercano (local o del segmento)
Temas operacionales
<ul style="list-style-type: none"> • acceso al segmento • factibilidad de uso del equipo
Opciones de respuesta
<ul style="list-style-type: none"> • opciones potenciales de protección • opciones potenciales de tratamiento/limpieza

(Modificado de Owens and Nelson 1995)

Además del formulario de inspección SCAT de Pre-Derrame y Post-Derrame, el programa SCAT también incluye formularios de inspección adicional que son específicos para ecología costera, ecología de marismas/pantanos, y recursos de uso humano y culturales.

5.0 DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS

Existe generalmente una necesidad de proveer datos adicionales a aquellos exhibidos en el mapa. Estos datos subyacentes o de apoyo, son usualmente demasiado complicados como para exhibirse directamente en el mapa. Es por lo tanto práctica común, el incluir estos datos en páginas bajo forma de texto que acompañan al mapa o en archivos separados en un sistema basado en computadora. Estos incluyen información específica relacionada a:

- hábitat
- biología
- recursos de uso humano
- información de respuesta al derrame

En la mayoría de los casos, es casi seguro que se requiera algún tipo de base de datos computarizada, debido a la complejidad y a la cantidad de datos. Estas bases de datos son relativamente baratas de establecer y, una vez completas, proveen al usuario de facultades y flexibilidad considerables como para hacer que los datos sean comprensibles.

Las bases de datos computarizadas, al igual que los sistemas de trazado de mapas, pueden ser muy simples o muy complejos, dependiendo de la cantidad de datos en el sistema, y de cómo éstos serán utilizados. Por ejemplo, si los datos serán utilizados como parte de una evaluación de riesgo, entonces puede ser suficiente una base de datos simple que incluya información tal como especies de animales, clases de actividades de turismo y pesquerías. Sin embargo, si se requiere información biológica detallada, i.e., migración, estacionalidad, anidación, reproducción, etc., según se detalla en la Sección 4.0, entonces se requerirá una colección de bases de datos más compleja.

En cualquier caso, la(s) base(s) de datos debe(n) estar ligada(s) a los mapas, independientemente de que se utilicen mapas sólo de papel o basados en computadoras. Esto se hace utilizando un identificador único que puede ser visible en el caso de los mapas impresos (ver ejemplo en la Figura 2.6), o invisible utilizando un atributo (número único asociado con un ente) si se utiliza un mapa de computadora.

Esta sección provee dos posturas alternativas. La primera es una base de datos simple, adecuada para su uso en evaluación de riesgo o respuesta básica a derrames. La segunda es una colección de bases de datos mucho más compleja, capaz de sustentar todos los datos descritos en la Sección 4.0. En ambos casos, se asume que el lector tiene una comprensión básica de bases de datos y de la terminología de estructuras de bases de datos.

Nota Es importante que el que diseña la base de datos entienda la naturaleza de las preguntas que se le pedirá al sistema que responda, y cómo el planificador de respuesta ante emergencias intentará acceder a la información. Por ejemplo, un asesor técnico de contramedidas necesitará saber detalles específicos acerca del diseño y las características de las desnatadoras a fin de evaluar la idoneidad de las mismas para usos específicos. Se recomienda entonces especialmente que el personal técnico que estará relacionado con los esfuerzos de respuesta, ayude a desarrollar el sistema.

5.1 POSTURA NÚMERO 1 - BASE DE DATOS SIMPLE

En esta primer opción el centro de atención del usuario es la evaluación de riesgo y por lo tanto las necesidades de datos son relativamente simples:

- clases de riberas
- animales vulnerables, i.e., peces, aves, mamíferos, etc.
- áreas de recreación, i.e., playas de turistas
- áreas de manejo de vida salvaje
- sitios arqueológicos
- pesquerías y criaderos de peces
- otros usuarios de agua, i.e., tomas de agua de enfriamiento

Nótese que la estacionalidad de los animales es de importancia secundaria cuando se conducen evaluaciones de riesgo debido a que los derrames pueden ocurrir en cualquier época del año. Los requerimientos de la base de datos son los siguientes:

Tabla 5.1 - Estructura de la base de datos - Postura Número 1

Nombre del campo	Tipo de campo	Tamaño del campo
tipo en ente	texto	128 caracteres
ubicación (latitud)	número real	nnn.nnn
ubicación (longitud)	número real	nnn.nnn
descripción	texto	256 caracteres
enlace	entero	nnnn

Dado que se utiliza una estructura de datos común, se puede utilizar una base de datos única para describir todos los tipos de entes.

Esta base de datos simple permitiría al usuario aplicar preguntas sencillas basadas en la ubicación, tipos de entes o palabras encontradas en el campo de descripción.

Una variante de esta postura podría incluir una segunda base de datos para los animales que incluya ubicación (latitud), ubicación (longitud), concentración, período en que está presente, período con la vulnerabilidad más alta, y enlace.

5.2 POSTURA NÚMERO 2 - BASE DE DATOS COMPLEJA

La siguiente discusión describe una postura general para el desarrollo de una base de datos exhaustiva, capaz de almacenar todos los datos descritos en la Sección 4.0. La misma se divide en cuatro secciones, que tratan acerca de biología, hábitat, uso humano y datos de respuesta a derrames.

Datos de biología

La estructura de las bases de datos biológicas (ver Figura 5.1) puede considerarse como que tuviera dos niveles. El nivel superior incluye detalles específicos asociados con cada símbolo en el mapa. Los símbolos idénticos pueden enlazarse a diferentes datos, e.g., una cierta clase de ave puede ser más abundante en un área respecto a otra y también puede estar presente durante diferentes meses del año. Esto último dependerá un poco del tamaño del mapa y del nivel de detalle para una especie determinada.

Cada ingreso específico (registro) está enlazado a un símbolo, polígono, o línea utilizando un identificador único llamado *Identidad del Símbolo*. Cada aparición de un símbolo tendrá un ingreso correspondiente en la base de datos de recursos, el cual a su vez estará enlazado a la base de datos de estacionalidad general a través del *Número de Especie*. Es posible enlazar varios símbolos a un ingreso de estacionalidad. La base de datos de recursos también puede incluir un campo de *Nota* donde el usuario puede incluir cualquier otra información importante, tales como las especies en peligros o protegidas.

El nivel inferior de la base de datos de estacionalidad general contiene todos los datos de estacionalidad para las especies. Por ejemplo, los datos para colimbo costero puede incluir:

- etapa de vida (adulto)
- etapa de vida (criadero)
- etapa de vida (joven)
- etapa de vida (general, i.e., no se conoce)
- anidación
- desove
- eclosión
- volantón

Los datos en este nivel son específicos para cada especie y sólo precisan ingresarse una vez para cada especie. Se pueden utilizar dos métodos para indicar los meses para cada uno de los campos:

- letras (ene feb mar abr may jun jul ago set oct nov dic)
- numérico (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)

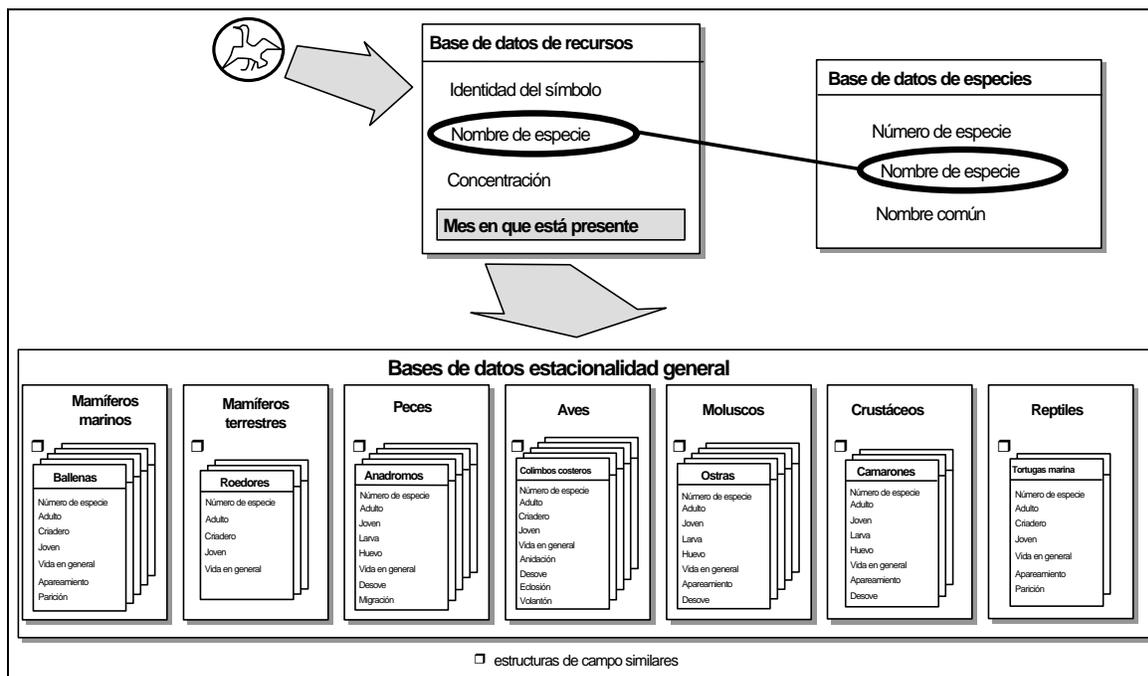
Las bases de datos deberían enlazarse para permitir la comparación del campo *Mes en que está presente* en la base de datos de recursos con los datos de estacionalidad general a fin de determinar si el ente está presente durante un derrame, y su etapa de vida actual.

Algunos sistemas más complicados utilizados en América del Norte, también incluyen campos adicionales para fechas de comienzo y fin de eventos tales como anidación y eclosión; sin embargo, esto probablemente no sea necesario debido a la dificultad en la recolección de información tan detallada y en la variación de estas actividades de un año a otro.

Otra base de datos, que incluye campos para *Nombre de Especie* comunes, y un *Número de Especie* (que es común para todas las tablas), provee un mecanismo de asistencia visual para varios datos de especies.

El sistema puede también incluir un enlace entre la base de datos de las especies y una base de datos experta que podría incluir el nombre del experto, la agencia, el número de teléfono del contacto y la dirección. Habría por lo menos un ingreso por especie.

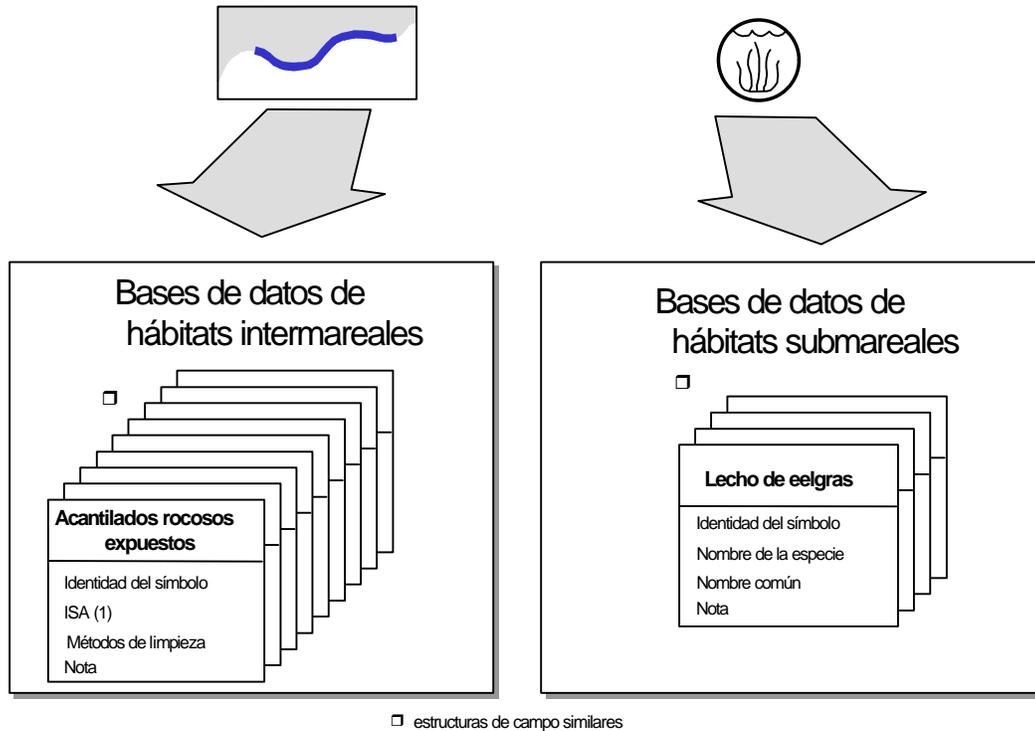
Figura 5.1 - Bases de datos de biología



Datos de hábitat (incluyendo geomorfología)

Las bases de datos de hábitats son comparativamente simples (ver Figura 5.2). Cada clase de hábitat (intermareal o submareal) ocupa un registro único, y cada una está enlazada a una polilínea o a un símbolo del mapa.

Figura 5.2 - Bases de datos de hábitats

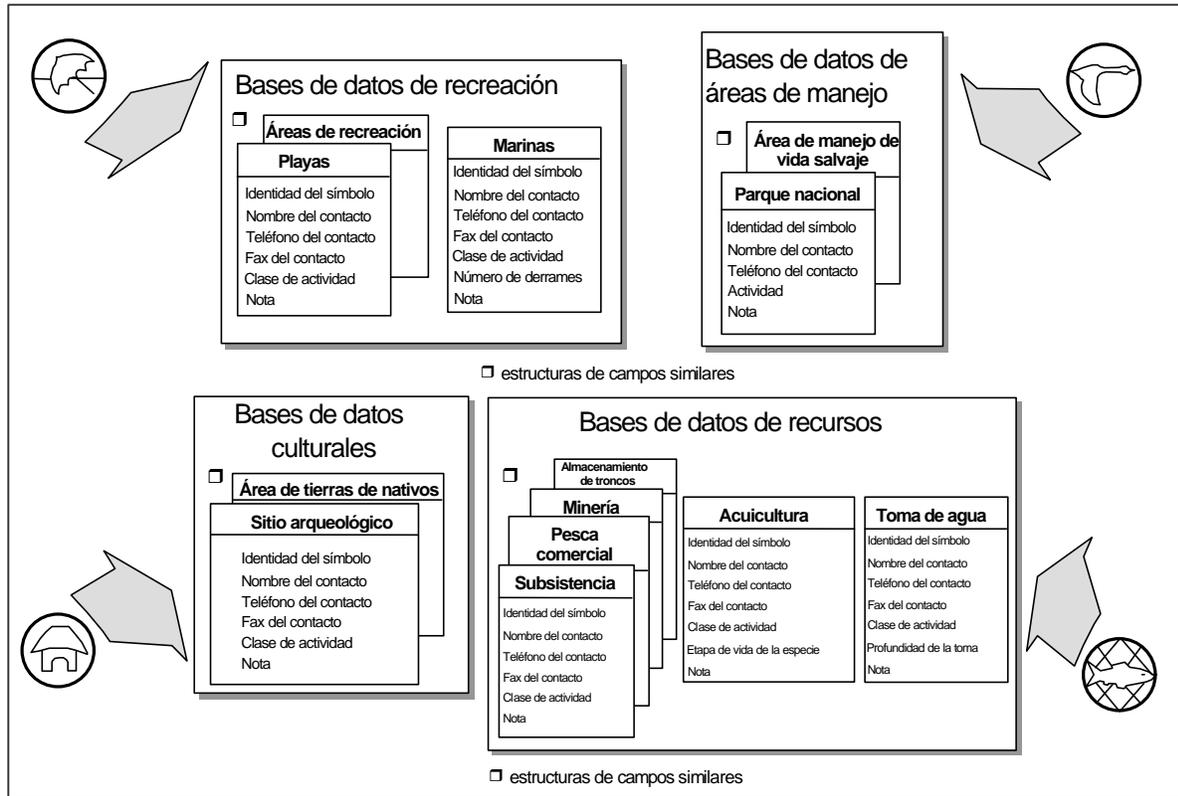


Al igual que con las bases de datos biológicas, las bases de datos de hábitats pueden enlazarse a una base de datos experta, con ingresos para cada clase de hábitat. Los enlaces podrían también proveerse de una base de datos adicional que describa las posibles técnicas/métodos de limpieza.

Datos de uso humano

Los datos de uso humano requieren de 12 diferentes clases de bases de datos (ver Figura 5.3) debido a las diferentes estructuras de los datos. Existen tres bases de datos de recreación, i.e., para playas, para áreas de recreación y para marinas. Existen seis bases de datos de recursos, i.e., para subsistencia, para pesca comercial, para minería, para almacenamiento de troncos, para acuicultura y para tomas de agua. Existen dos bases de datos culturales, i.e., sitios arqueológicos y tierras de nativos.

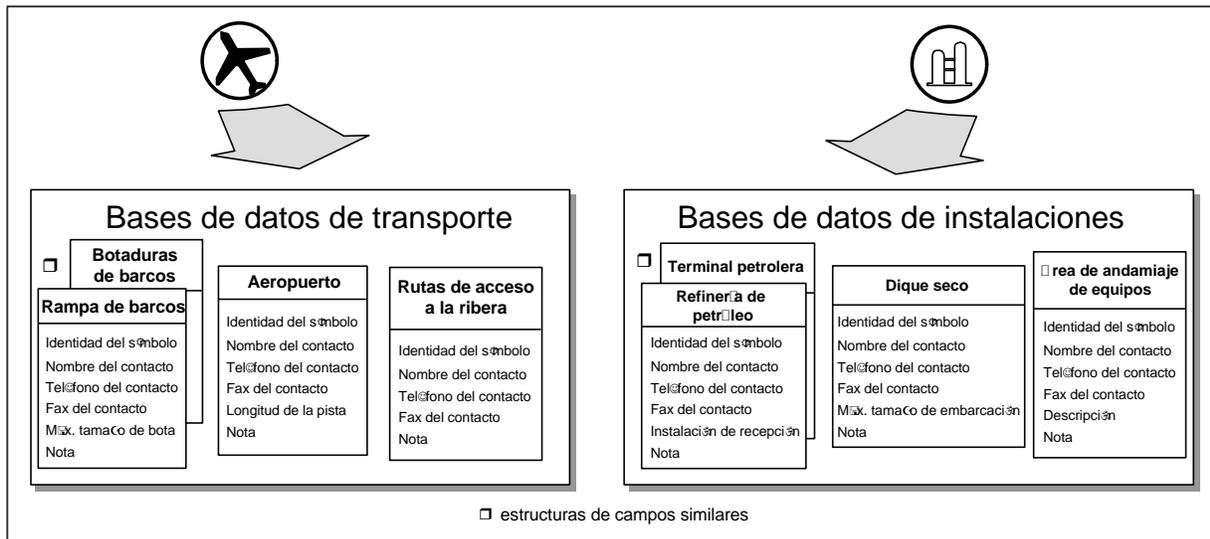
Figura 5.3 - Bases de datos de uso humano



Datos de respuesta a derrames

Hay nueve clases diferentes de bases de datos de respuesta a derrames. La base de datos de transporte y de las instalaciones, que abarcan ocho de las nueve clases, se muestran en la Figura 5.4

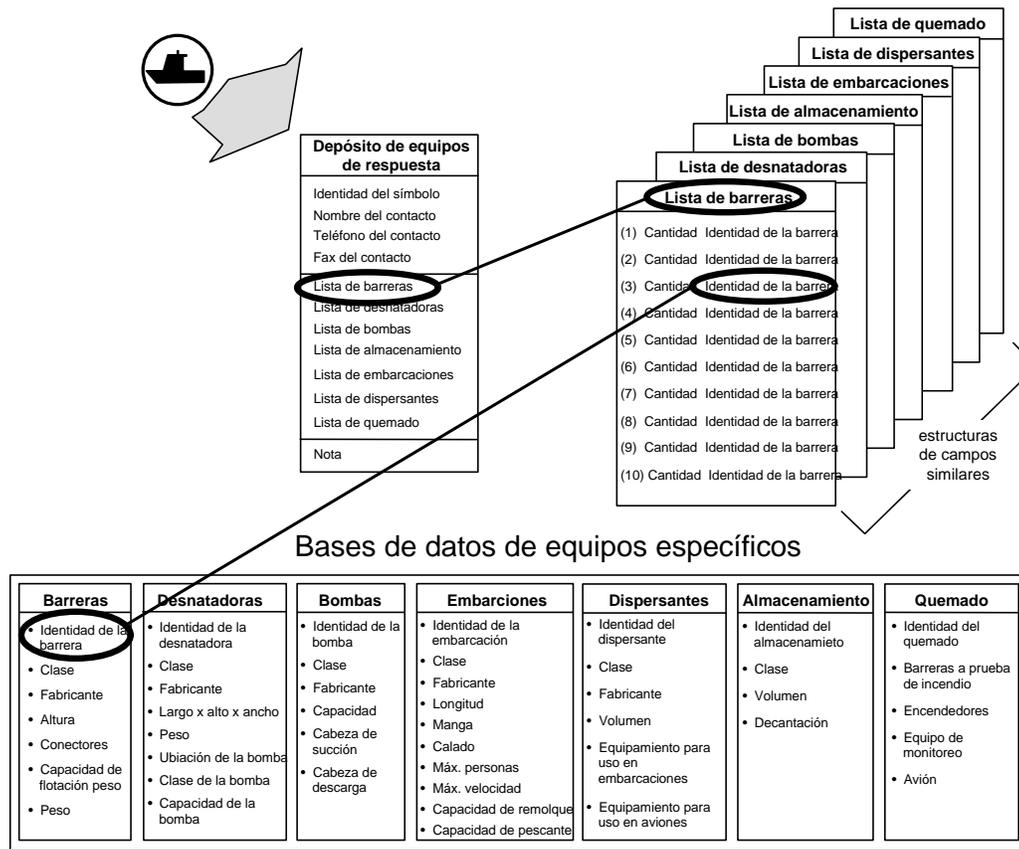
Figura 5.4 - Bases de datos de respuesta a derrames



La novena base de datos es en realidad una colección de bases de datos para equipos de respuesta. Esta es más complicada que las bases de datos de transporte e instalaciones. No es sólo que cada depósito de equipos tenga información específica tales como la ubicación y número de teléfono, sino que también incluye otra información que puede compartir con otros depósito, e.g., clases de desnatadoras y de barreras. Más aún, cada depósito de equipos puede tener un número diferente de piezas de equipos en cada categoría. Las bases de datos deben por lo tanto ser capaces de adaptarse a esta situación.

El diseño en la Figura 5.5 permite el ingreso de hasta 10 ejemplos específicos de cada clase de equipo con un campo de caracteres que indican cantidades (o longitudes en el caso de barreras). Por ejemplo, un depósito de equipos para derrames podría contener tres clases de barreras de contención de derrames de hidrocarburos que podrían ocupar dos campos en la lista de barreras (una para *Cantidad* y la segunda para *Identidad de la Barrera*). La *Identidad de la Barrera* podría enlazarse a la base de datos de barreras (ver abajo bases de datos específica de equipos) para permitir al usuario encontrar especificaciones técnicas para el equipo específico. Los datos específicos de barreras podrían ingresarse sólo una vez, similar a las bases de datos de estacionalidad general en la sección de biología.

Figura 5.5 - Bases de datos de equipos de respuesta



6.0 SISTEMAS COMPUTARIZADOS

6.1 VENTAJAS DE UNA POSTURA BASADA EN COMPUTADORAS

Los sistemas de trazado de mapas basados en computadoras ofrecen un número de ventajas sobre los sistemas basados en papel:

1. Los mapas pueden actualizarse fácilmente e imprimirse cuando así se requiera.
2. Los mapas pueden crearse rápidamente para cualquier área en el sistema, eliminando así los límites arbitrarios o la exhibición de símbolos que no son aplicables durante el derrame.
3. Los sistemas de trazado de mapas pueden utilizarse con programas de modelos de trayectoria para exhibir derrames posibles/reales y las sensibilidades afectadas.
4. Los mapas pueden enviarse fácilmente digitalmente por vía telefónica a ubicaciones remotas.
5. Es posible el apoyo a la base de datos a través de aplicaciones ampliamente disponibles como Microsoft Access, D-Base, etc..
6. Se puede *superponer* otra información valiosa tal como imágenes satelitales, fotos aéreas de la mancha, rutas de sobrevuelo, y las posiciones del personal de respuesta, a fin de crear mapas operacionales.

Si se utiliza un sistema basado en computadoras, éste debería permitir la transferencia de archivos de datos de la ribera y otros en formatos estándar de Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como ArcInfo. Esto permitirá la importación directa tanto de los mapas de base como de los datos de recursos, tales como los datos de polígonos de manglares para Cuba provistos por el World Conservation Monitoring Centre en formato (ArcView) SHP (ver Figura 2.2).

Los sistemas de trazado de mapas deberían estar basados en una estructura de archivo de base de datos estándar, i.e., DBF o MDB, para facilitar aún más la importación y exportación de datos.

Se recomiendan los sistemas basados en MS Windows para evitar complicaciones con el hardware, tales como las impresoras y las pantallas. Windows también ofrece un ambiente familiar para la mayoría de los usuarios de computadora así como cierta funcionalidad de multimedia que permita el uso de videos digitales, etc.

El mejor sistema posible debería incluir un sistema integrado y resaltar componentes de trazado de mapas, modelado de trayectorias y bases de datos. Si no se desea o no se dispone de un programa de modelado, el sistema podría incluir sólo los mapas y la(s) base(s) de datos asociada(s).

6.2 PROGRAMAS DISPONIBLES

Existen cuatro sistemas alternativos básicos:

Sistema de Trazado de Mapas	Ejemplos
1 Programas de Gráficos Simples	<ul style="list-style-type: none"> • Corel Draw • Claris Draw • Powerpoint • Paintbrush
2 Programas Basados en CAD	<ul style="list-style-type: none"> • AutoCad • VersaCad • InterGraph
3 Programas Basados en SIG	<ul style="list-style-type: none"> • ARCInfo/ARCView • MapInfo • PAMAP
4 Programas Basados en SIG Diseñados a Medida	<ul style="list-style-type: none"> • OILMAP • OSIS • OCEANOR • SPILLSIM

Las Tablas 6.1 a la 6.4 indican las fortalezas y las debilidades de cada una de las cuatro posturas.

Tabla 6.1 - Programas de gráficos simples			
Fortalezas		Debilidades	
Fácil de aprender y de operar	✓	No tiene modelo de trayectoria de apoyo	✗
Rápidamente disponible	✓	No tiene apoyo de base de datos	✗
Barato	✓	Relativamente difícil de actualizar	✗
Opera en PC	✓	No tiene referencias geográficas	✗

Tabla 6.2 - Programas basados en CAD			
Fortalezas		Debilidades	
Relativamente común	✓	No tiene modelo de trayectoria de apoyo	✗
Referenciado geográficamente	✓	Apoyo de base de datos limitado	✗
Relativamente barato	✓	Relativamente difícil de aprender/usar	✗
Apropiado para dibujos altamente técnicos	✓	Puede requerir una computadora de alta tecnología	✗

Tabla 6.3 - Programas basados en SIG			
Fortalezas		Debilidades	
Muy potentes	✓	Apoyo limitado de modelo de trayectoria	✗
Excelente apoyo de base de datos	✓	Relativamente caro	✗
Referenciado geográficamente	✓	Difícil de aprender/usar	✗
Algunos están basados en PC	✓	Puede requerir hardware caro y potente	✗

Tabla 6.4 - Programas basados en SIG diseñados a medida			
Fortalezas		Debilidades	
Potentes	✓	Caro	✗
Buen apoyo de base de datos	✓	Puede ser difícil de aprender/usar	✗
Referenciado geográficamente	✓	Requiere una computadora de alta tecnología	✗
Excelente modelo de trayectoria	✓		

Cualquiera sea el sistema utilizado, deben considerarse los siguientes puntos:

- Evitar sistemas no estándares que requieran hardware/software especial.
- Se prefieren sistemas basados en Windows.
- Evite vendedores con pocos usuarios.
- Seleccione vendedores con los cuales sea posible una buena comunicación.
- Contacte a los usuarios de sistemas existentes por antecedentes sobre posible software y vendedores.

6.3 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

Los requerimientos de hardware de computadora, ya sea que estén basados en IBM o Macintosh, dependerán de la clase y naturaleza del software utilizado.

Computadoras IBM

Si se utiliza un programa de pintar/dibujar relativamente simple para desarrollar los mapas, puede utilizarse una máquina basada en IBM 386, aunque una 486 o Pentium sería mucho más rápida.

Si se utiliza un programa CAD o SIG más complejo para desarrollar los mapas, son imprescindibles las máquinas 486 o Pentium con -por lo menos- 16 Mbytes de RAM. En la mayoría de los casos, también se precisarán pantallas e impresoras color.

Computadoras Macintosh

La misma estrategia se aplica a los usuarios de Mac con un requerimiento mínimo de una máquina basada en 040 para correr programas simples y PowerMacs 601 ó 604 con -por lo menos- 16 Mbytes de RAM para correr programas más complejos. Al igual que con las computadoras IBM, se precisa de pantallas e impresoras color.

7.0 REFERENCIAS Y FUENTES ADICIONALES DE INFORMACION

1. Baker, J.M. 1991. Guidelines on Biological Impact of Oil Pollution - Volume 1. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).
2. Baker, J.M. 1993. Dispersants and their Role in Oil Spill Response - Volume 5. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).
3. Baker, J.M. et al. 1994. Biological Impacts of Oil Pollution - Saltmarshes - Volume 6. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).
4. Baker, J.M. et al. 1995. Sensitivity Mapping Worldwide: Harmonization and the Needs of Different User Groups. Proc. of the 1995 International Oil Spill Conference, Long Beach, U.S.A. pp77 - 81.
5. Baker, J.M. et al. 1996. Sensitivity Mapping for Oil Spill Response - Volume 1. IMO (International Maritime Organization) and IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).
6. Baker, P. 1993. Development of an Environmental Sensitivity Atlas for Lake Superior's Canadian Shoreline Using Electronic Desktop Mapping. Proc of the Sixteenth Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Volume 1", Environment Canada, Calgary, Alberta, Canada.
7. Bird, C.F. and M.L. Schwartz. 1985. The Worlds Coastline. Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA.
8. Chaw, L.H. et al. 1993. Biological Impacts of Oil Pollution - Mangroves - Volume 4. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).
9. Dahlin, J.A. and J.M. Holmes. 1992. Guidelines for Digitization of ESI Maps and Symbology Standards. Resource Planning Institute. Columbia, South Carolina.
10. Dinerstein, E. et al. 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington D.C., U.S.A.

11. Environment Canada. 1994a. Coastal Zone Classification system. The National Sensitivity Mapping Program - Environment Canada.
12. Environment Canada. 1994b "Environmental Sensitivity Atlases for the:
 1. St. Clair River, Lake St. Clair and Detroit River Shorelines,
 2. Lake Ontario's Canadian Shoreline,
 3. Lake Erie (Including the Welland Canal) and the Niagara River,
 4. St. Marys River Shorelines,
 5. St. Lawrence River Shorelines,
 6. Lake Superior's Canadian Shoreline,
 7. Lake Huron's Canadian Shoreline"Environment Canada - Ontario Region.
13. Environment Canada. 1994c. Examples and Summaries of Mapping/Data Schemes in Canada to 1993. The National Sensitivity Mapping Program. Environment Canada.
14. Harper, J.R. and G. Williams. 1993. ARPEL Environmental Project (Phase 1) Sensitivity Mapping Module. . Course Manual of the ARPEL Contingency Planning Workshop, San Jose, Costa Rica, March 15-25, 1993..
15. Harper, J.R. et al. 1991. Shore-Zone mapping Systems for use in Sensitivity Mapping and Shoreline Protection. Proc. of the Fourteenth Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP). Environment Canada, Vancouver, B.C., Canada.
16. Horne, G.J. 1993. Evaluation of Desktop Mapping Software. The National Sensitivity Mapping Program - Environment Canada.
17. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association). 1991. A Guide to Contingency Planning for Oil Spills on Water - Volume 2. IPIECA.
18. Kelleher, G. et al. 1995. A Global Representative System of Marine Protected Areas Volume II. - Wider Caribbean, West Africa and South Atlantic. The World Bank, Washington, D.C.
19. Knap, A.H. 1992. Biological Impacts of Oil Pollution - Coral Reefs - Volume 3. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).

20. Michel, J. et al. 1994. Sensitivity Mapping of Inland Areas: Technical Support to the Inland Area Planning Committee Working Group. USEPA Region 5, Seattle, Washington.
21. Michel, J. et al. 1995. Environmental Sensitivity Index Guidelines. National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, Washington.
22. Moore, J. and L. Guzmán. 1995. Biological Impacts of Oil Pollution - Rocky Shores - Volume 7. IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).
23. Owens, E.H. and J.Y. Nelson. 1995. Oil Spill Shoreline Cleanup Assessment Team (SCAT) Manual - For the Ontario Great Lakes and St. Lawrence River Shoreline. Environment Canada.
24. Owens, E.H. and S.R. LeBlanc. 1996. An Integrated Approach to Shoreline Mapping for Spill Response Planning. Proc. of the Nineteenth Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Volume 2. Environment Canada, Calgary, Alberta, Canada.
25. Owens, E.H. and W.S. Dewis. 1995. A Pre-Spill Shoreline Protection and Shoreline Treatment Data Base for Atlantic Canada. Proc of the Eighteenth Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) - Volume 1. Environment Canada, Edmonton, Alberta, Canada.
26. Owens, E.H. et al. 1992. British Columbia Marine Oil Spill Shoreline Protection and Cleanup Manual. British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks. Environmental Emergency Services Branch.
27. Pavia, R. et al. 1995. An Integrated Program for Sensitive Environment Mapping. Proceedings of the 1995 International Oil Spill Conference, Long Beach, California, U.S.A.
28. Percy, R.J. 1993. Canadian National Sensitivity Mapping Program. Proceedings of the 1993 International Oil Spill Conference, Tampa, Florida, U.S.A.
29. Seeliger, U. 1992. Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press Inc. Toronto, Canada.
30. TNC (The Nature Conservancy). 1995. A Regional Analysis of Geographic Priorities for Biodiversity Conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy, Washington D.C.

31. Torling, G. and J. Fejes. 1995. Geographic Information System (GIS) for Impact Assessment, Ecologically Sound Measures, and Documentation of Oil Spills. Proceedings of the 1995 International Oil Spill Conference, Long Beach, California, U.S.A.
32. Tramier, B. et al. 1981. A Field Guide to Coastal Oil Spill Control and Cleanup Techniques. CONCAWE (the oil companies international group for Conservation of Clean Air and Water - Europe) Report No. 9/81.
33. USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) and the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 1994. A Working Paper for the Regional Workshop on Designing a Geographic Information System for Oil Spills. San Francisco, California, U.S.A.
34. Wedeles, C.H.R. et al. 1992. Canadian Sensitivity Mapping System -Results of a Protocols and Standards Consensus Workshop. The National Sensitivity Mapping Program - Environment Canada.

Apéndice A

**Agencias Cartográfica de México, América Central,
América del Sur y el Caribe**

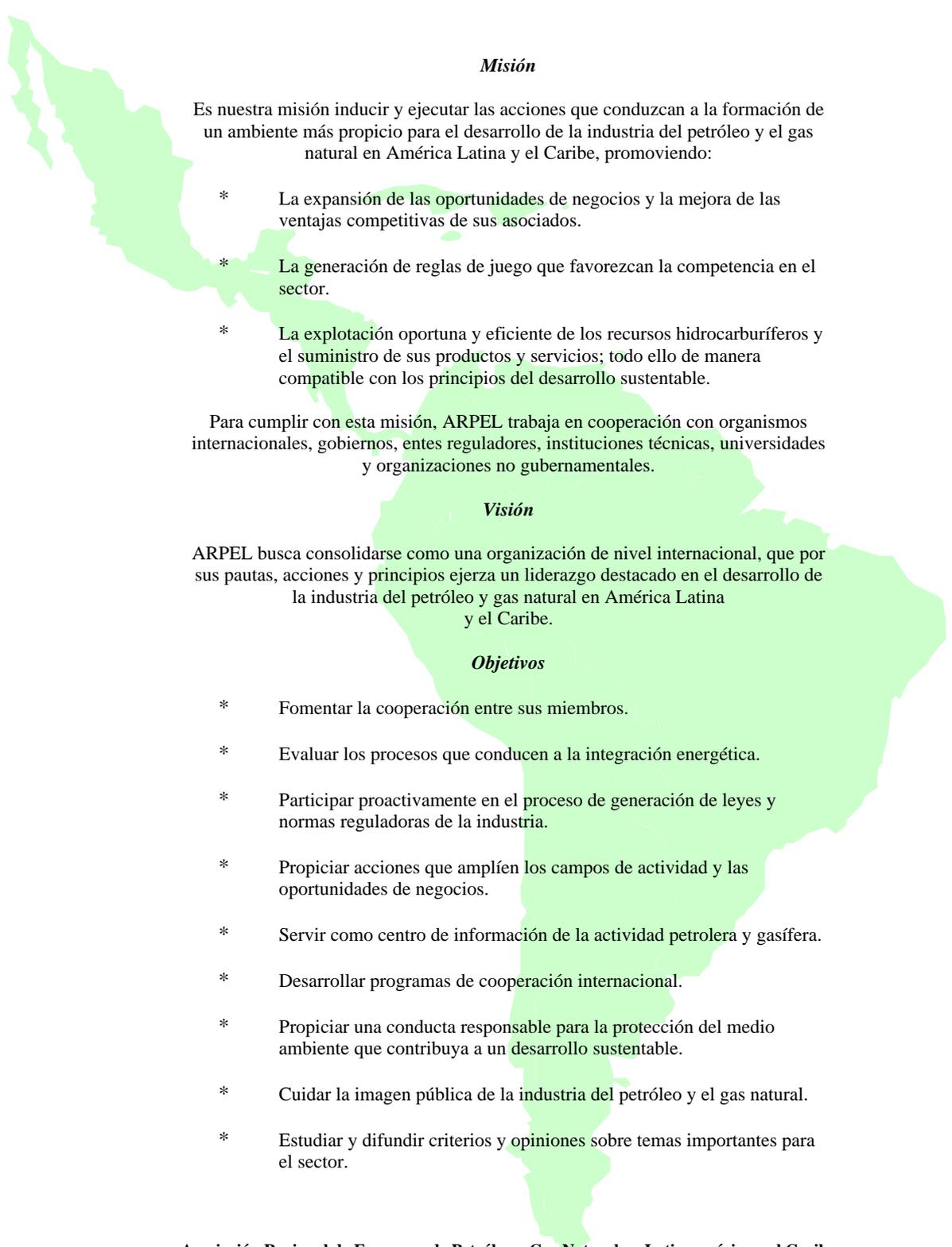
País	Agencias
ARGENTINA	Instituto Geográfico Militar Avenida Cabildo 381 1246 Buenos Aires Teléfono 771-3031
BAHAMAS	Director of Lands and Surveys P.O. Box N-592 Nassau
BELICE	Belize Meteorologist/Hydrologist Ladyville Teléfono 501-025-2012 Telex 251 BTL BUREAU DZ
BOLIVIA	Servicio Geológico de Bolivia Federico Zuazo, Esq. Reyes Ortiz Casilla de Correos 2729 La Paz Teléfono 326278
BRASIL	Instituto de Pesquisas Espaciais Caixa Postal 515 12201 Sao Jose dos Campos Sao Paulo, SP Teléfono (0123) 22-9509 Telex (123) 3530 INPE BR Directoria do Servico Geografico do Exercicio SMU-QG Ex., Bloco F. 20 Pav. 70630 Brasilia, D.F. Teléfono (061) 223-8529 Telex (061) 1094 Directoria de Geodesia e Cartografia Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica Av. Franklin Roosevelt, 166 100 Andar 20021 Rio de Janeiro, RJ Teléfono (021) 220-6671/6821 Telex (021) 30939

País	Agencias
BRASIL (cont.)	Projeto RADAM CRS 509, Bloco A, Loja 1 a 5 70360 Brasilia, D.F. Teléfono (061) 244-9432 Telex (061) 2243
COLOMBIA	Instituto Geográfico Militar Subdirección Cartográfica Carrera 30 No. 48-51 Bogotá Teléfono (571) 3681215 Fax (571) 3680991 Email codazzi.igac.gov.com
COSTA RICA	Servicio Geodésico Interamericano Instituto Geográfico Nacional Teléfono (506) 222-6413 Comisión Nacional de Emergencias Teléfono (506) 220-2020
CUBA	División Comercial TECNOTEX - GEOCUBA Calle No. 303, Miramar, Playa La Habana 11300, Cuba Teléfono 22 28 91, 237474, 234101 Fax 22 28 91, 332869, 331682 Email: codazzi.igac.gov.com
EL SALVADOR	Ministry of Public Works La. Av. Sur No. 630 San Salvador Teléfono 71-6026 Center for Geotechnical Research Avenida Peralta, final. contiguo a Talleres El Coro San Salvador Teléfono 22-9011 National Geographic Institute "Ingeniero Pablo Arnoldo Guzman" Avenida Juan Bertis No. 79 San Salvador Teléfono 25-5060

País	Agencias
EL SALVADOR (cont.)	<p>Weather Forecast and Hydrology Service Renewable Natural Resources Center Canton El Matazano, Soyapango San Salvador Teléfono 27-0484/27-0622</p> <p>Ministry of Agriculture Alameda Roosevelt 2823 San Salvador Teléfono 23-24434/24-2944</p> <p>General Directorate of Irrigation and Drainage Canton El Matazano, Soyapango San Salvador Teléfono 77-0490</p>
GUATEMALA	<p>Military Geographic Institute Avenida de las Américas 5-76, Zona 13 Guatemala Teléfono 363281 a 83</p>
GUYANA	<p>Lands and Surveys Department 22 Upper Hadfield Street D'urban Backlands Greater Georgetown Teléfono (02) 72582/60524-9</p>
JAMAICA	<p>Survey Department P. O. Box 493 231/2 Charles Street Kingston Teléfono 809-922-6630/5</p>
MEXICO	<p>Departamento Geográfico Militar Servicio Cartográfico Secretaria de la Defensa Nacional Lomas de Sotelo México 10, D.F.</p>

País	Agencias
PANAMÁ	Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" Apartado Postal 5267, Zona 5 Panamá Teléfono 64-0444
PARAGUAY	Military Geodetic Service Avenida Artigas y Via Ferrea Asunción Teléfono 208858 Ciudad Universitaria Km 10, San Lorenzo Institute of Basic Sciences Teléfono 501517
PERU	Geological Mining and Metallurgical Institute Pablo Bermudez 211 Apartado 889 Lima Teléfono 316233 National Office for Evaluation of Natural Resources Calle 17 # 355, Urb. El Palomar San Isidro, Lima Teléfono 410425 General Bureau of Aerophotography Base Aerea "Las Palmas" Barranco, Lima Teléfono 670538 Telex 21501 PE Military Geographic Institute Av. Andres Aramburu 1198 Apartado 2038 Lima Naval Bureau of Hydrography and Navigation Calle Saenz Pena No. 590, La Punta Callao, Lima Teléfono 652995

País	Agencias
SURINAM	Centraal Bureau Luchtkartering P. O. Box 971 Dr. Sophie Redmondstraat 131 Paramaribo Teléfono 74421
TRINIDAD y TOBAGO	Ministry of Planning and Mobilisation Lands and Surveys Div. Red House, St. Vincent St. Port-of-Spain Seismic Research Unit c/o University of the West Indies St. Augustine Teléfono (809) 662-4659
URUGUAY	Dirección de Hidrografía Ministerio de Transporte y Obras Publicas Rincón 561, Piso 2 Montevideo Teléfono 95 94 34 Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada Capurro 980 Montevideo Teléfono 39 92 20
VENEZUELA	Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional Avenida Este 6, Esquina de Camejo Edificio Camejo, Piso 2, Oficina 231 Caracas Teléfono 408 1710-4081711



Misión

Es nuestra misión inducir y ejecutar las acciones que conduzcan a la formación de un ambiente más propicio para el desarrollo de la industria del petróleo y el gas natural en América Latina y el Caribe, promoviendo:

- * La expansión de las oportunidades de negocios y la mejora de las ventajas competitivas de sus asociados.
- * La generación de reglas de juego que favorezcan la competencia en el sector.
- * La explotación oportuna y eficiente de los recursos hidrocarburíferos y el suministro de sus productos y servicios; todo ello de manera compatible con los principios del desarrollo sustentable.

Para cumplir con esta misión, ARPEL trabaja en cooperación con organismos internacionales, gobiernos, entes reguladores, instituciones técnicas, universidades y organizaciones no gubernamentales.

Visión

ARPEL busca consolidarse como una organización de nivel internacional, que por sus pautas, acciones y principios ejerza un liderazgo destacado en el desarrollo de la industria del petróleo y gas natural en América Latina y el Caribe.

Objetivos

- * Fomentar la cooperación entre sus miembros.
- * Evaluar los procesos que conducen a la integración energética.
- * Participar proactivamente en el proceso de generación de leyes y normas reguladoras de la industria.
- * Propiciar acciones que amplíen los campos de actividad y las oportunidades de negocios.
- * Servir como centro de información de la actividad petrolera y gasífera.
- * Desarrollar programas de cooperación internacional.
- * Propiciar una conducta responsable para la protección del medio ambiente que contribuya a un desarrollo sustentable.
- * Cuidar la imagen pública de la industria del petróleo y el gas natural.
- * Estudiar y difundir criterios y opiniones sobre temas importantes para el sector.

Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe

Javier de Viana 2345 – CP 11200 Montevideo – URUGUAY

Teléfono: (598 2) 400 6993* Fax (598 2) 400 9207*

E-mail: arpel@arpel.org.uy

Internet web site: <http://www.arpel.org>