

MAREAS NEGRAS: El caso del Prestige

por
Ricardo Anadón
Depto. de Biología de
Organismos y Sistemas



Universidad
de Oviedo



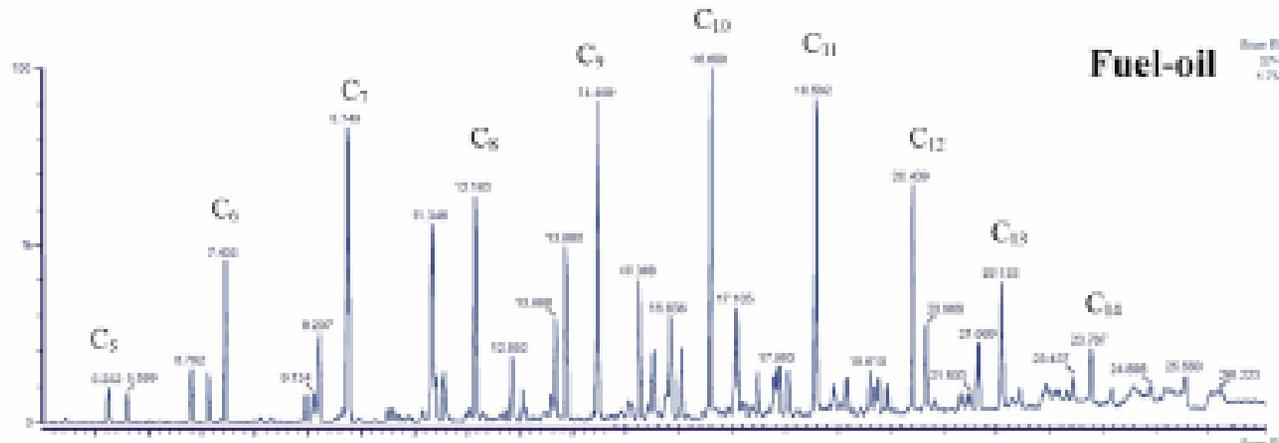
Esquema de la Charla

- ¿Qué es una marea negra? ¿Existen distintos tipos de marea negra?
- ¿Qué ocurre con los vertidos?
- ¿Cómo se desplazan las manchas?
- ¿Cómo se deben tomar las decisiones en el caso de producirse el vertido?
- ¿Cuáles son los efectos de los hidrocarburos?
- ¿Cómo se debe recoger los vertidos?
- ¿Qué es la biorremediación?
- ¿Cuánto tarda en recuperarse una zona afectada?
- ¿Cómo se ven todos estos aspectos en el caso del Prestige?

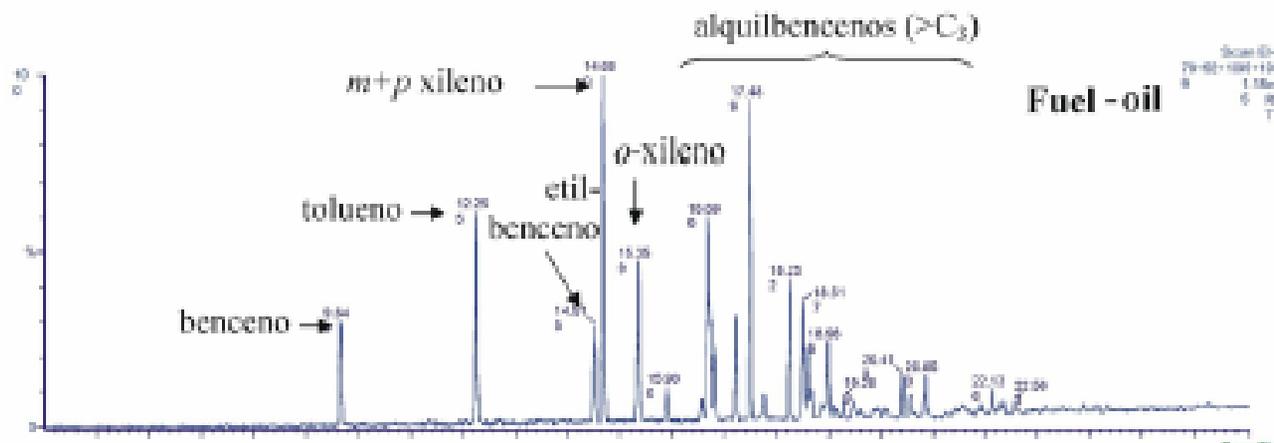
HIDROCARBUROS:

una gran cantidad de moléculas diferentes

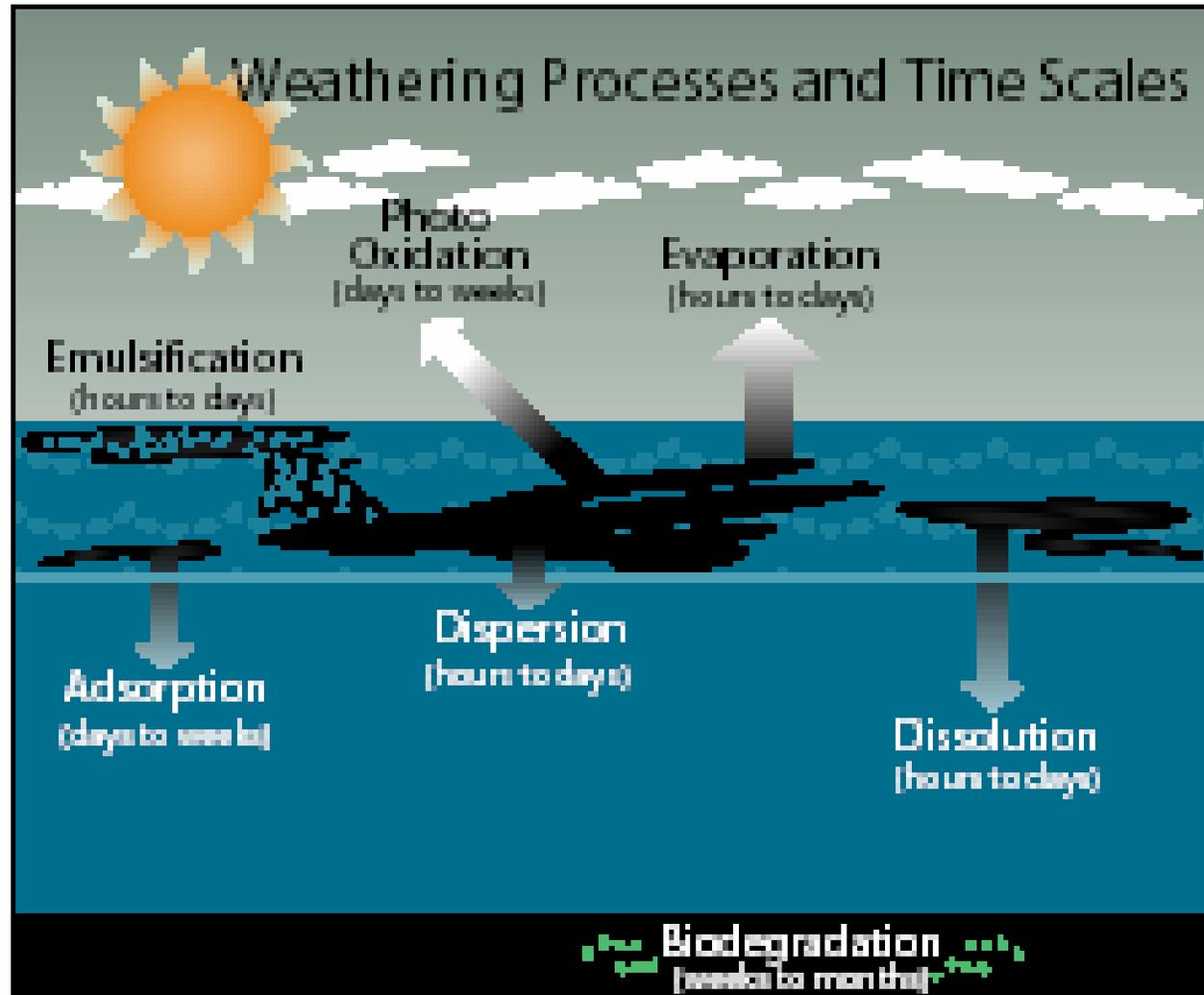
Alcanos



BTEX-Alquilbencenos



PROCESOS DE ALTERACIÓN Y ESCALAS DE TIEMPO



Informe de la NOAA, 2002

Representación esquemática de la importancia de distintos procesos de alteración de un vertido en el tiempo.

La anchura del trazo representa la magnitud relativa del proceso relativa a otros procesos que ocurren al mismo tiempo.

DIFUSIÓN

ARRASTRE

EVAPORACIÓN

DISOLUCIÓN

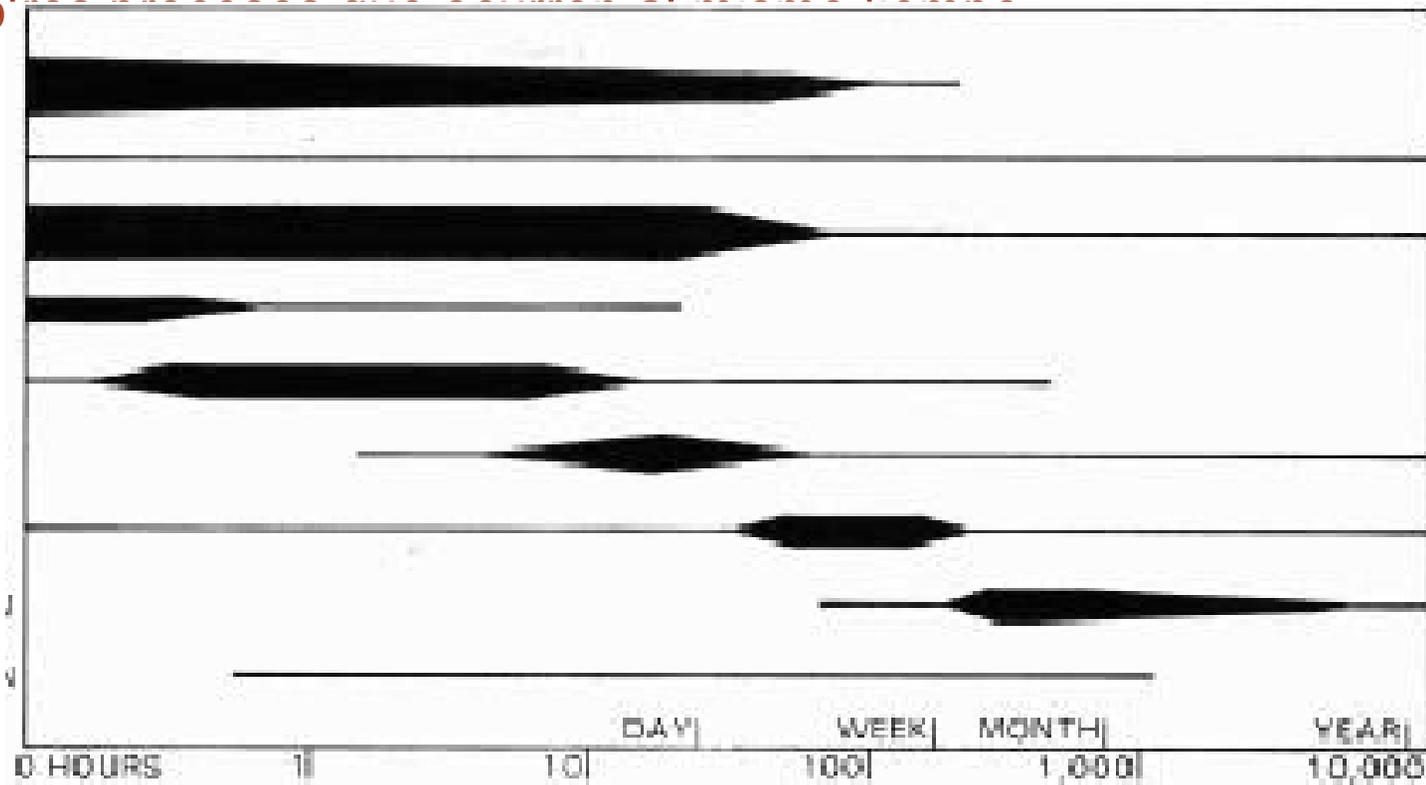
DISPERSIÓN

EMULSIÓN

SEDIMENTACIÓN

BIODEGRADACIÓN

FOTOOXIDACIÓN



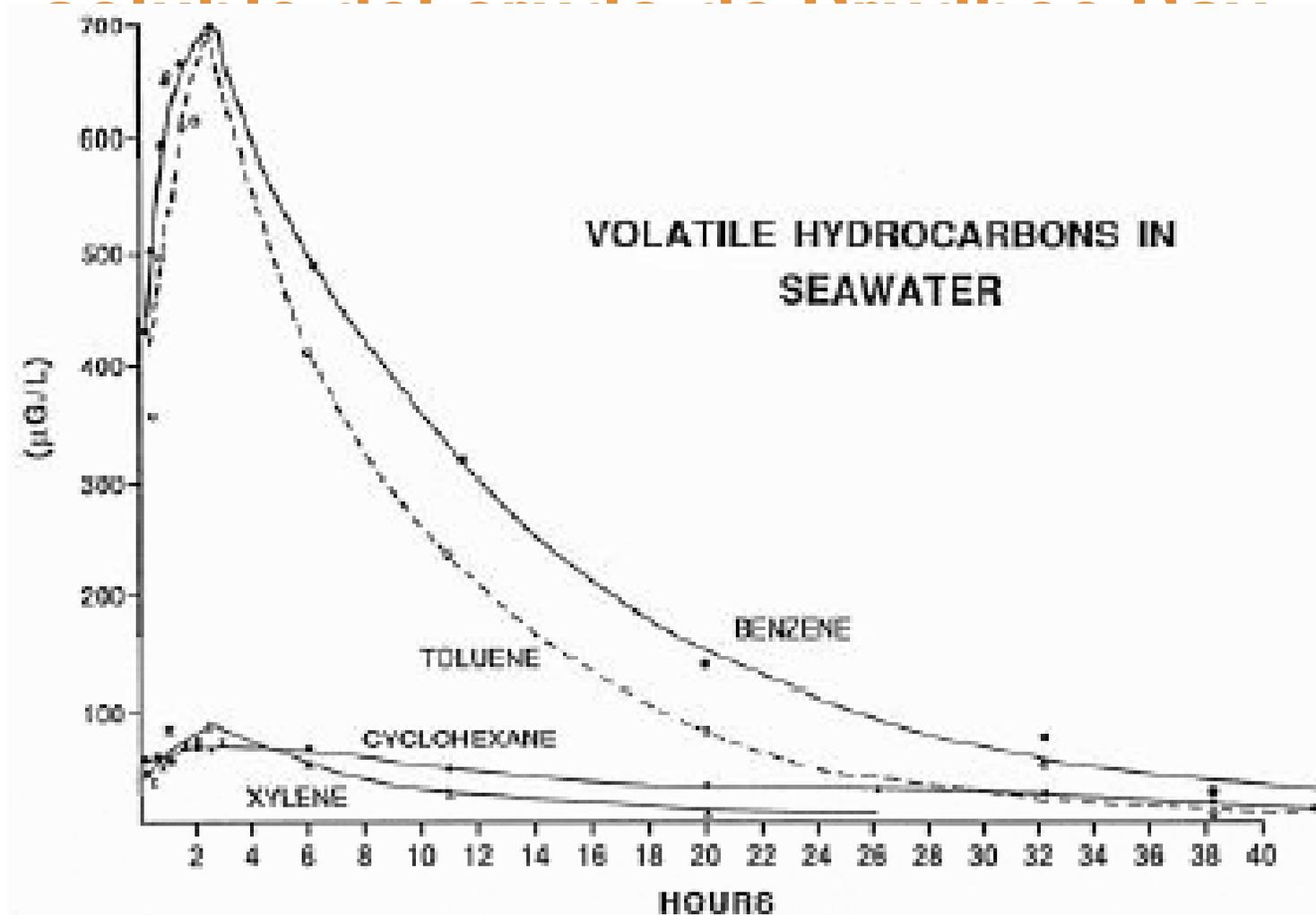
PORCENTAJE EVAPORADO

para un vertido instantáneo de 100 barriles de crudo, con vientos de 10 nudos y el agua a 20 °C de temperatura

% Evaporado Horas

Gasolina	94	1
Lagomedio	38	18
Diesel fuel oil	37	18
Prudhoe Bay	28	70

Cambios en el tiempo de la concentración de hidrocarburos aromáticos volátiles en la fracción



Payne et al, 1983

Solubilidad de distintos tipos de hidrocarburos

Hidrocarburo	Solubilidad acuosa
(mg/L)*	
Gasolina sin plomo	260.9
Diesel	60.4
Crudo Prudhoe Bay	20.5
Lagomedio	10.0

Informe de la NOAA, 2002

DESTINO DE LAS MANCHAS



Algunas variables a considerar

Datos del vertido

- localización del vertido
- tipo de hidrocarburo
- volumen del vertido
- tiempo/tipo de vertido (instantáneo o continuo? estacionario? móvil?)

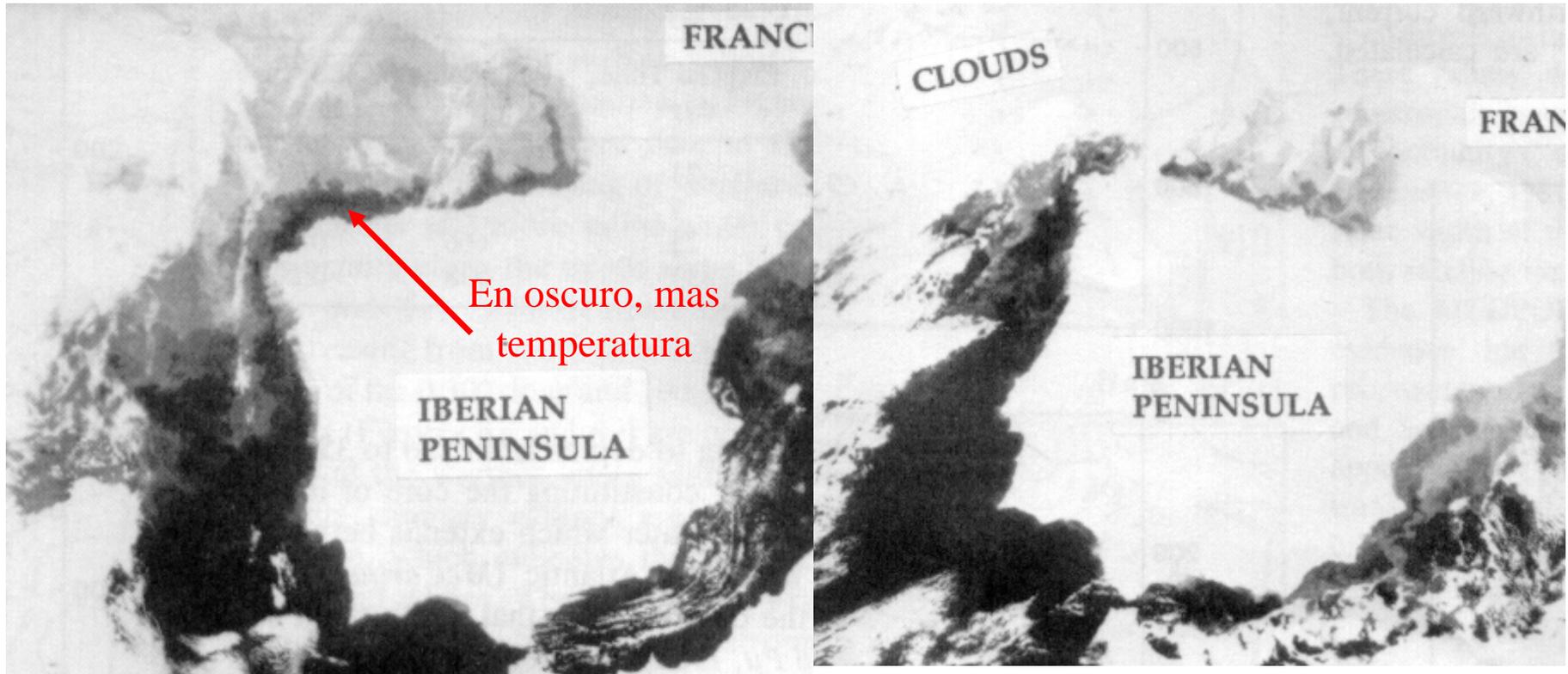
Incertidumbres

- espesor del vertido astronómicas
- variaciones locales en mareas
- convergencias
- corrientes de pequeña-escala (p.e., en cabos, en bahías, en diques)
- meteorología a pequeña-escala

Datos ambientales

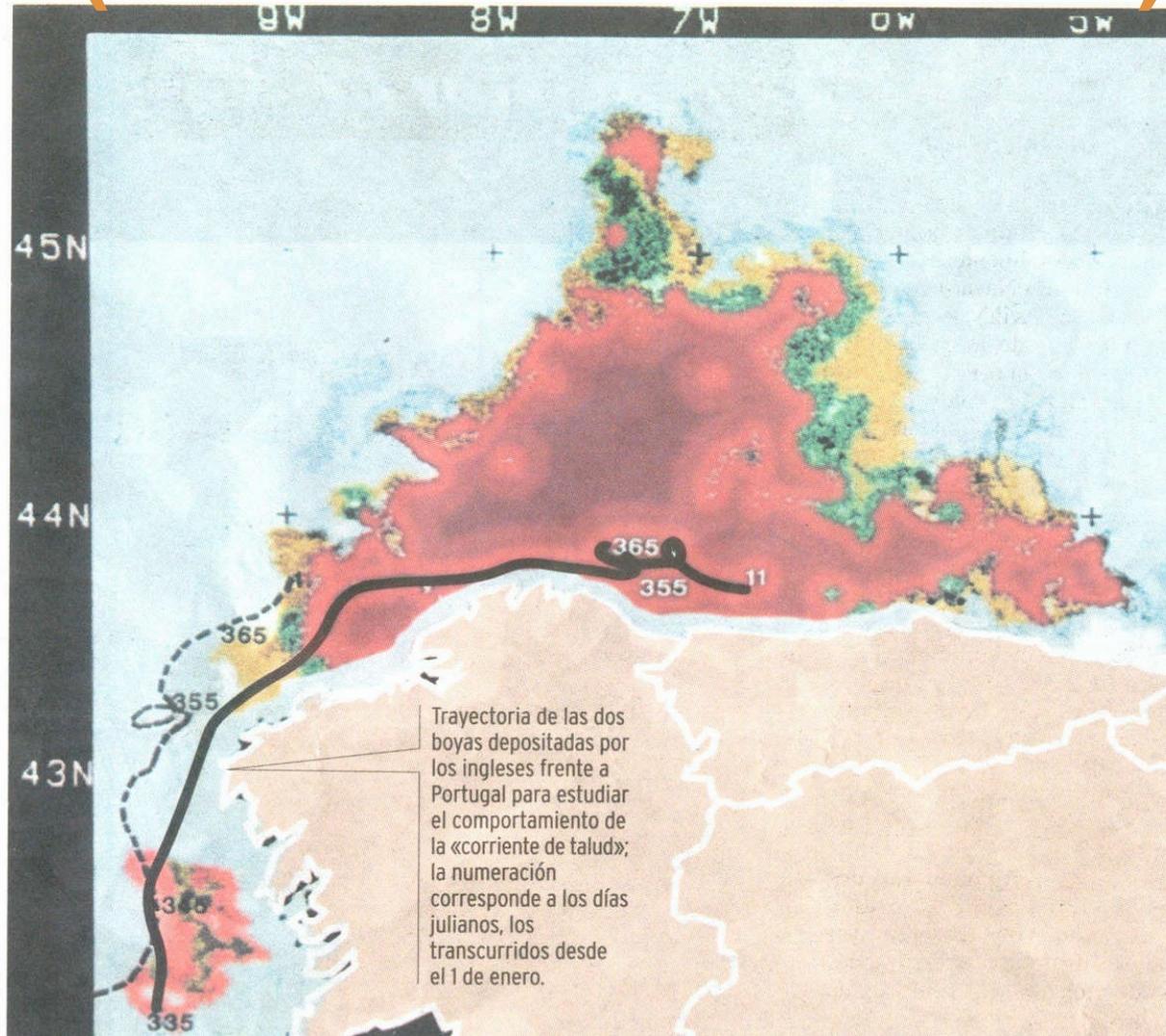
- viento
- corrientes (gran - escala, de marea, , descargas de ríos, etc.)
- altura de marea
- difusión

LA CORRIENTE DE TALUD (denominada Navidad)



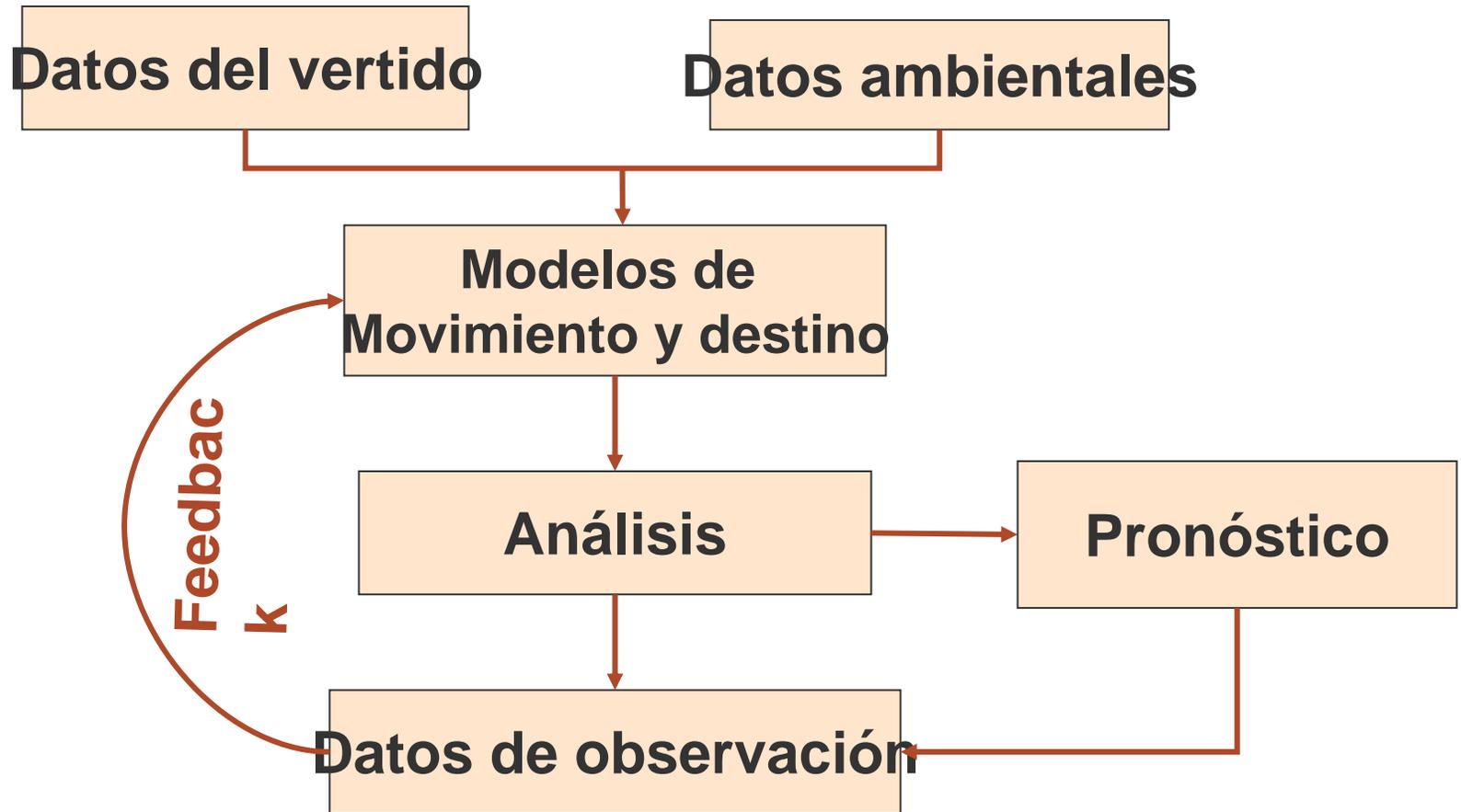
Frouin et al, 1990

LA CORRIENTE DE TALUD (denominada Navidad)



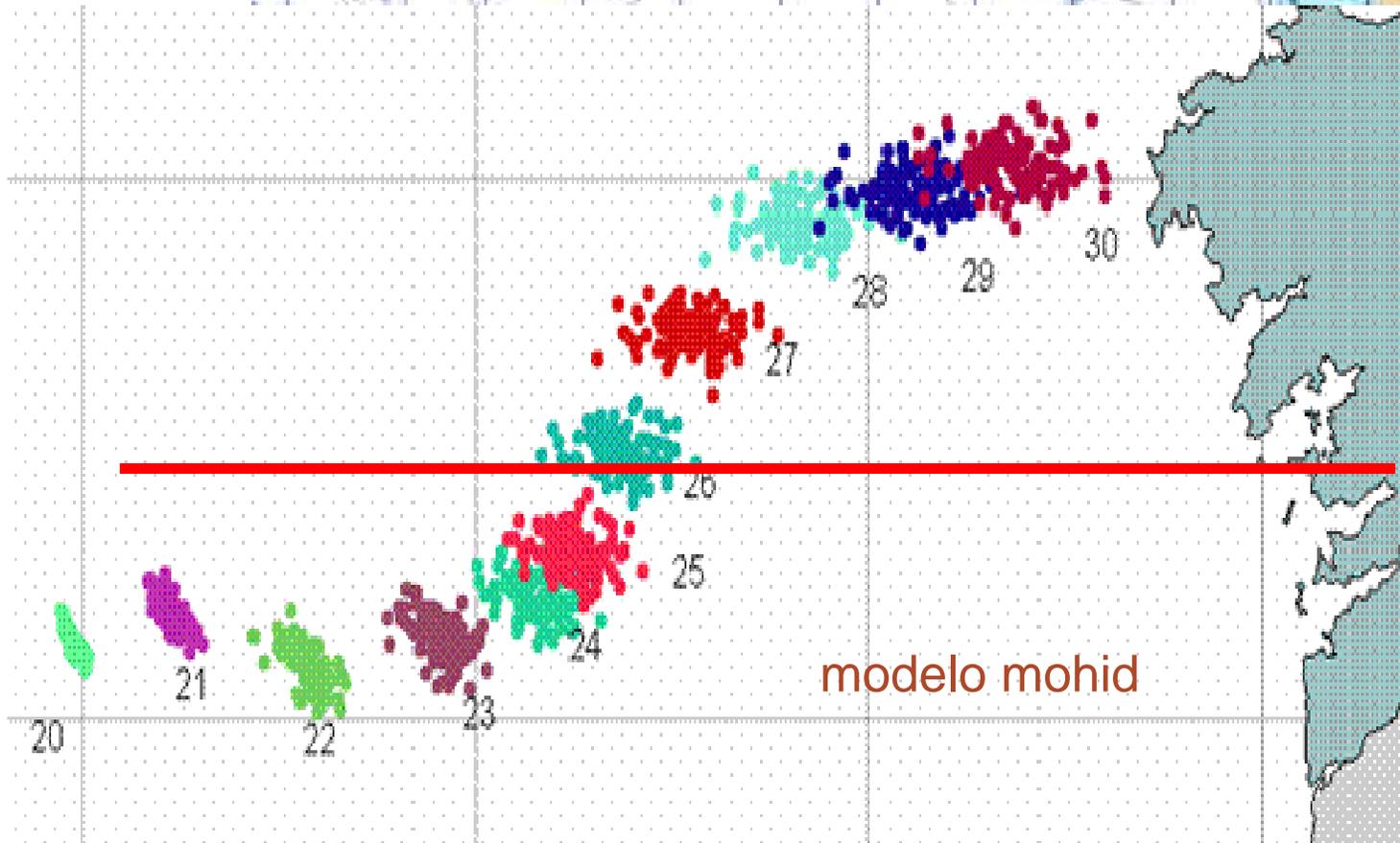
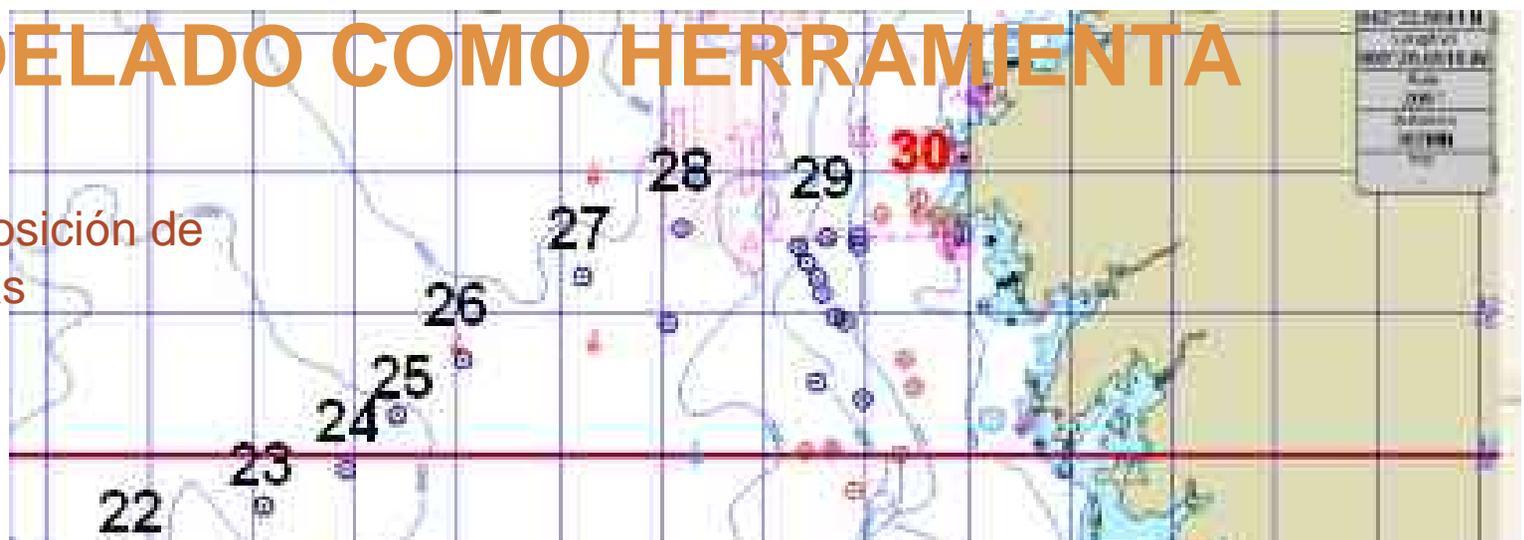
Acuña, 2002

ESQUEMA DE TOMA DE DECISIONES



EL MODELADO COMO HERRAMIENTA

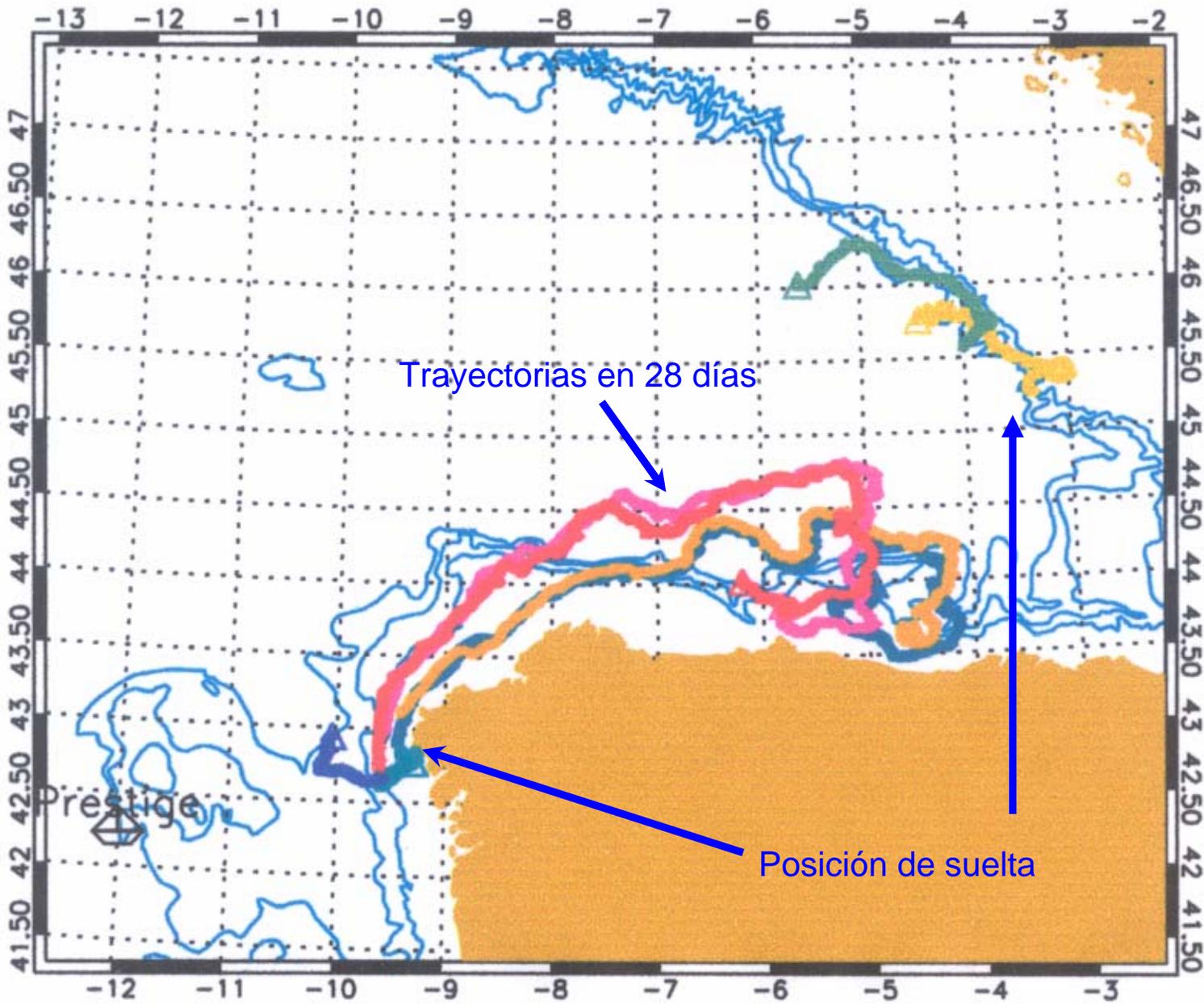
Datos de posición de las manchas



modelo mohid

*Instituto Superior
Técnico de
Lisboa, 2002*

LAS DEDUCCIONES DE LOS MODELOS DEBEN COMPROBARSE EXPERIMENTALMENTE (p.e. mediante boyas)



CSIC,
2003)

Efectos de los hidrocarburos en el mar

- **Atenuación de la luz** (fotosíntesis)
- **Efectos mecánicos** (asfixia, protección de piel y plumas, obturación del digestivo))
- **Toxicidad** (cáncer, lesiones cutáneas, mutagenicidad, alteraciones fisiológicas, etc.)

Toxicidad de hidrocarburos:

LC₅₀ del hidrocarburo BP1002 (μl/l) a 15 °C

Especie	Nombre vulgar	24 h	48 h
<i>Arenicola marina</i>	xorrón	30	
<i>Crangon crangon</i>	quisquilla de arena		5 - 8
<i>Carcinus maenas</i>	cangrejo verde		10 - 20
<i>Homarus gammarus</i>	bogavante		20
<i>Patella vulgata</i>	lapa	1 - 10	
<i>Littorina obtusata</i>	bígaro	250	
<i>Ostrea edulis</i>	ostra		50 - 100
<i>Cardium edule</i>	berberecho	20	81
<i>Mytilus edulis</i>	mejillón	10	
<i>Asterias rubens</i>	estrella azul	35	

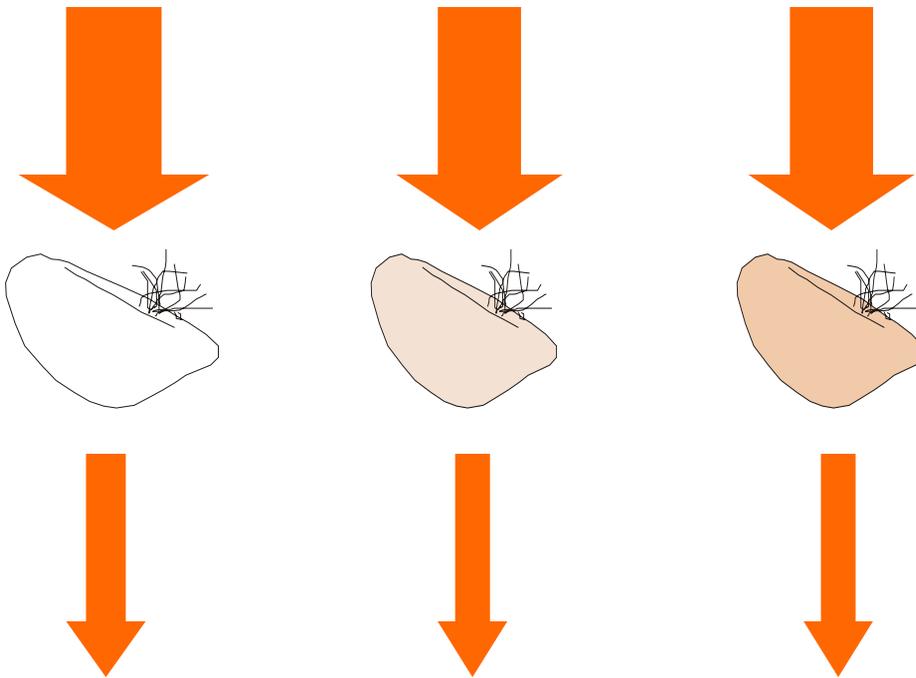
Toxicidad de surfactantes:

LC₅₀ de surfactantes (mg/l)

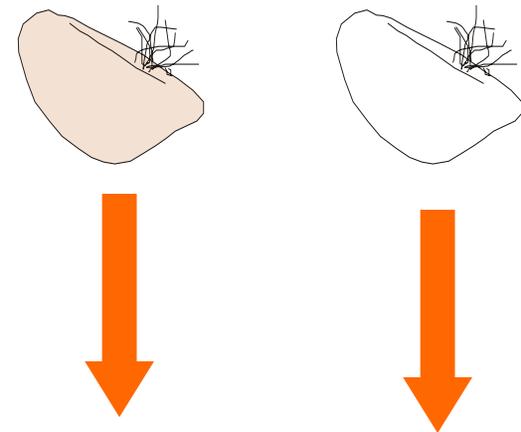
		ANIÓNICO	NO-IÓNICO
Especie	Nombre vulgar	48 h	48 h
<i>Crangon crangon</i>	quisquilla de arena	100	33 - 100
<i>Cardium edule</i>	berberecho	10 - 33	10 - 100
<i>Mytilus edulis</i>	mejillón	800	1.0 - 25

Bioconcentración

EXPOSICIÓN AL VERTIDO

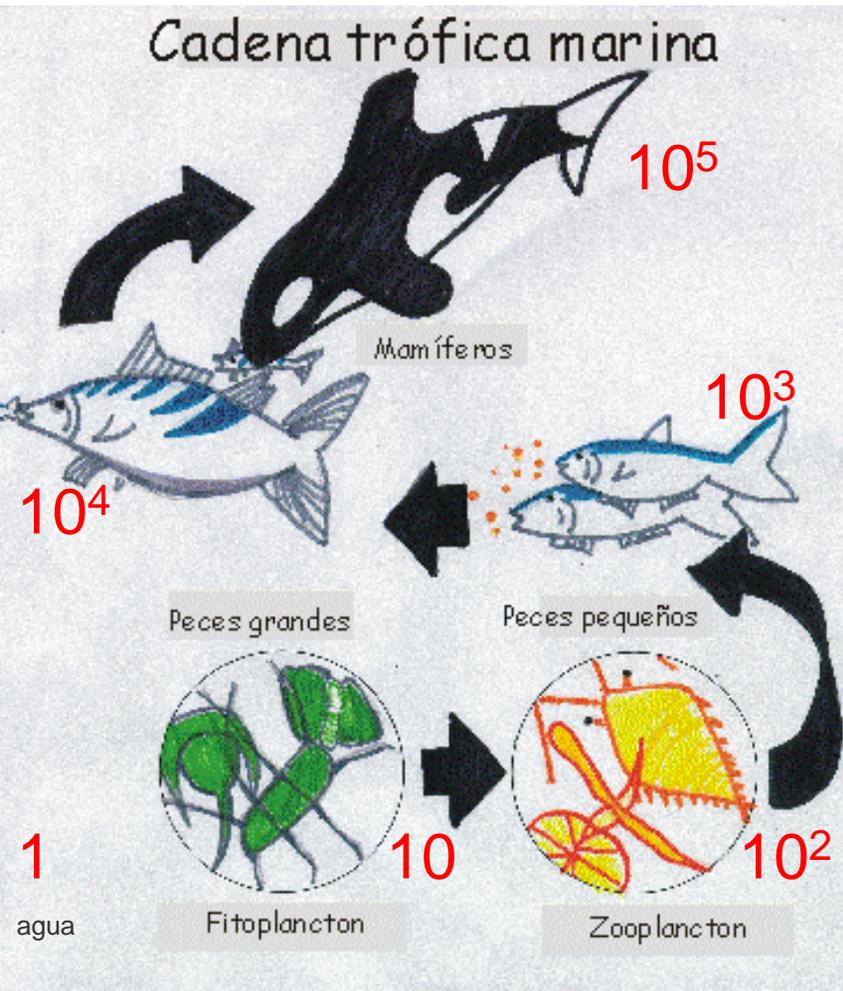


DEPURACIÓN



- La depuración tarda unos 5 o más días
- Metabolismo HAP {
 - Rápido en peces, crustáceos y humanos
 - Lento en moluscos, partic. sedimentívoros
- Desconocemos las concentraciones de HAP en el agua

Biomagnificación



- No se ha observado bioacumulación de HAP en otros vertidos.
- Desconocemos efectos de exposición moderada pero crónica

Comportamiento y tratamiento de distintos tipos de vertidos

Tipo 1—Hidrocarburos muy ligeros (combustible de avión, gasolina)

- Muy volátil (se puede evaporar en 1-2 días).
- Alta concentración de compuestos (solubles) tóxicos .
- Resultado: Impactos severos, localizados, en la columna de agua y en el intermareal
- La duración del impacto es función de la velocidad de la recuperación del recurso
- No necesita dispersión.
- No necesita limpieza

Comportamiento y tratamiento de distintos tipos de vertidos

Tipo 3—Hidrocarburos Medios (La Mayoría de Crudos)

- Alrededor de un tercio se evapora en 24 horas.
- La máxima fracción soluble en agua es 10-100 ppm.
- La contaminación de áreas intermareales puede ser severa y a largo término.
- Los impactos en aves y en mamíferos con pelo puede ser severos.
- La dispersión química puede ser una opción en los 2 primeros días
- La limpieza es más efectiva si se realiza rápidamente

Comportamiento y tratamiento de distintos tipos de vertidos

Tipo 4—Hidrocarburos pesados (Crudo pesado, Fuel Oil No. 6)

- Hidrocarburos pesados con evaporación y disolución baja.
- La fracción soluble en agua es menor de 10 ppm.
- Contaminación severa de áreas intermareales es muy posible
- Impactos severos sobre aves y mamíferos con pelo (adherencia e ingestión)
- Es posible la contaminación de sedimentos a largo término.
- Se degrada muy lentamente

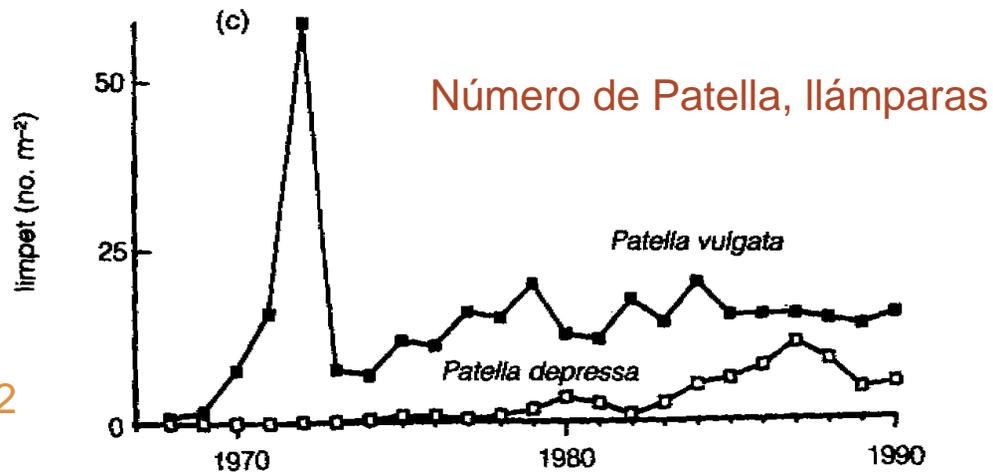
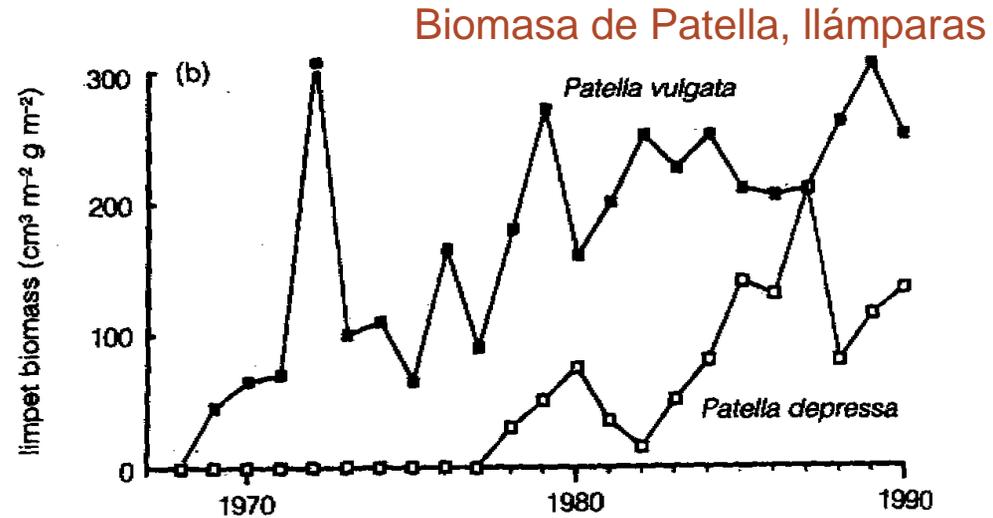
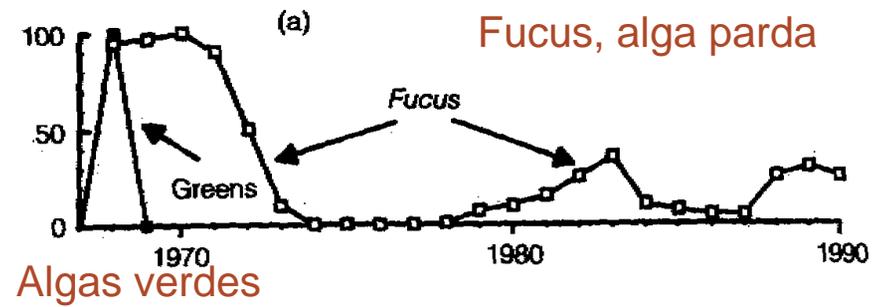
Los protección de las costas



La recuperación de los ecosistemas

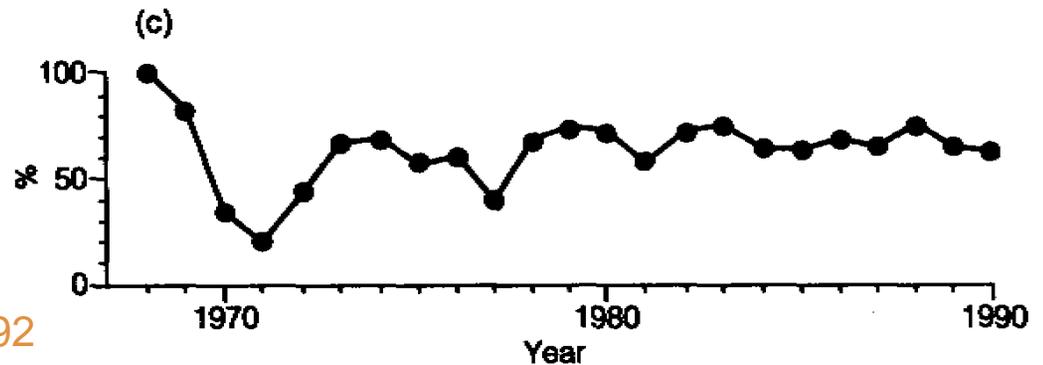
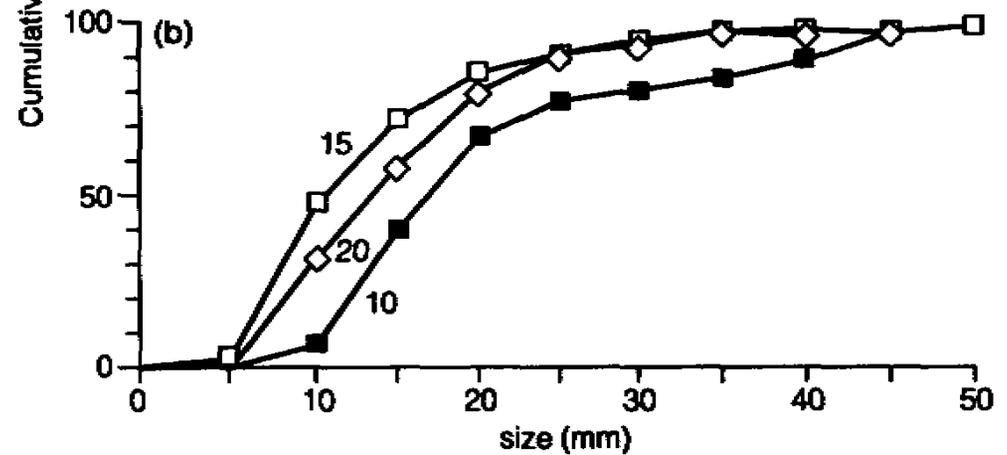
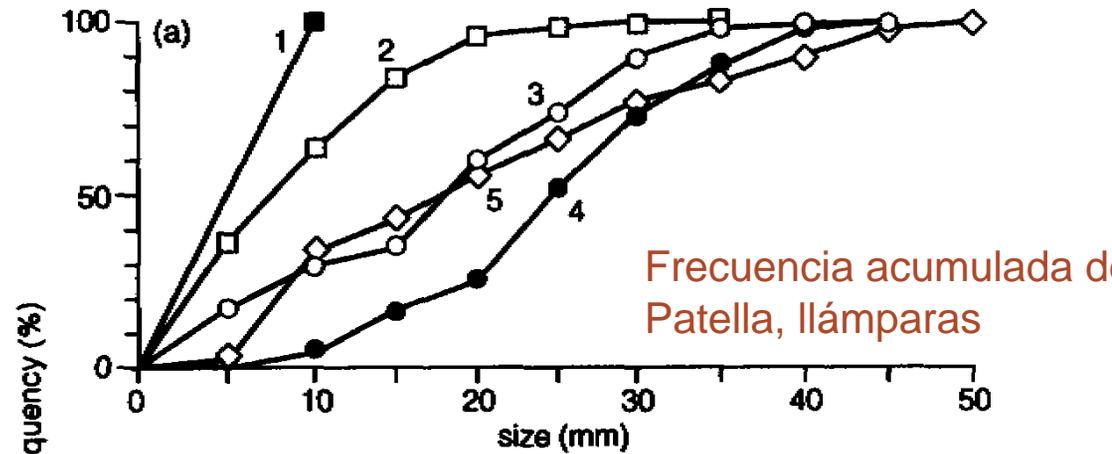
Cambios a largo término de los componentes mayoritarios de una comunidad de rocas de la zona media de marea después del incidente del *Torrey Canyon*

Hawkins y Southward, 1992



La recuperación de los ecosistemas

Estructura de la población de llámparas en una zona afectada por el *Torrey Canyon*. a y b) frecuencias acumuladas por tamaño a 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 y 20 años; y c) % de juveniles menores de 15 mm a lo largo de los años



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1990



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1991

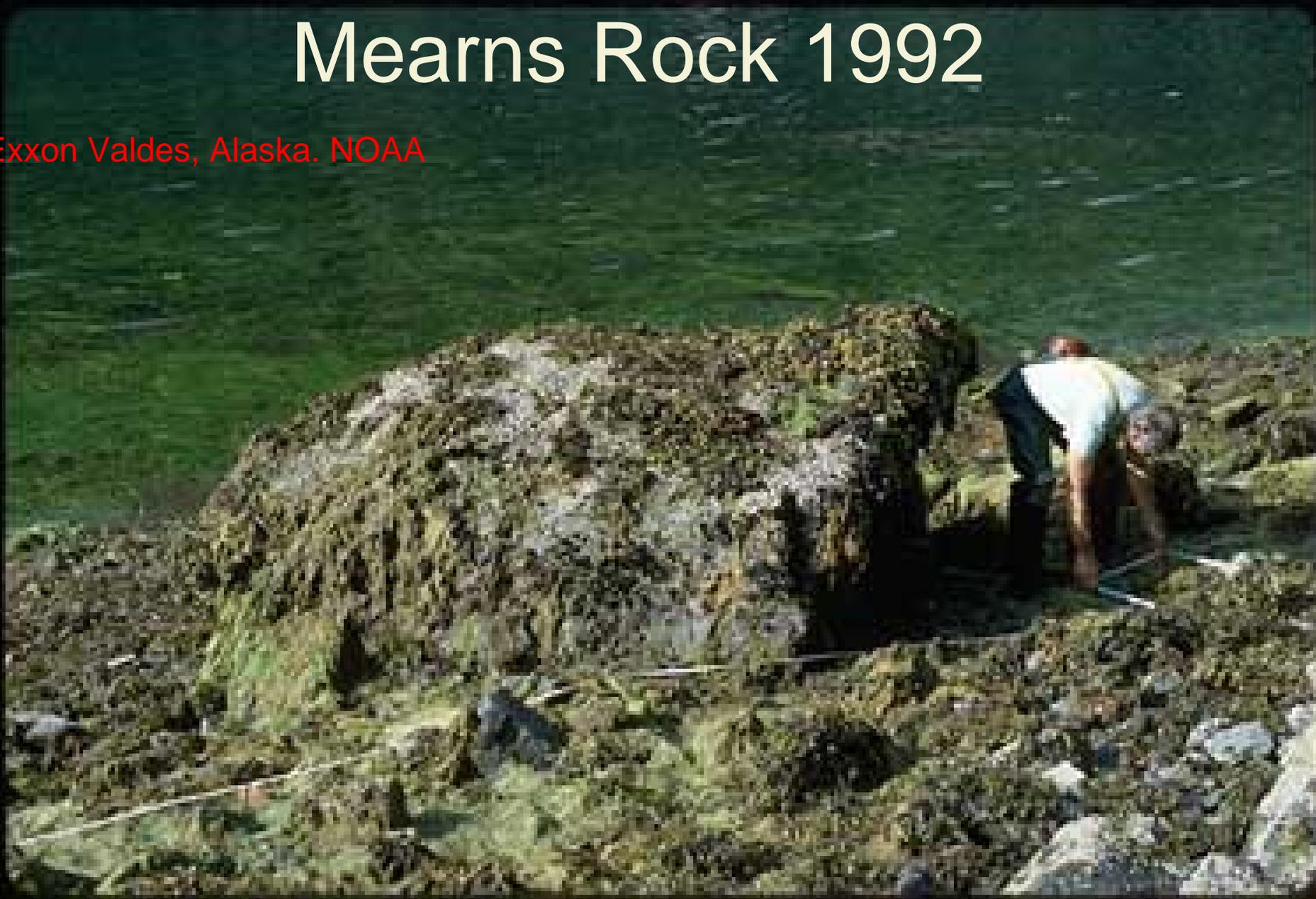
Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1992

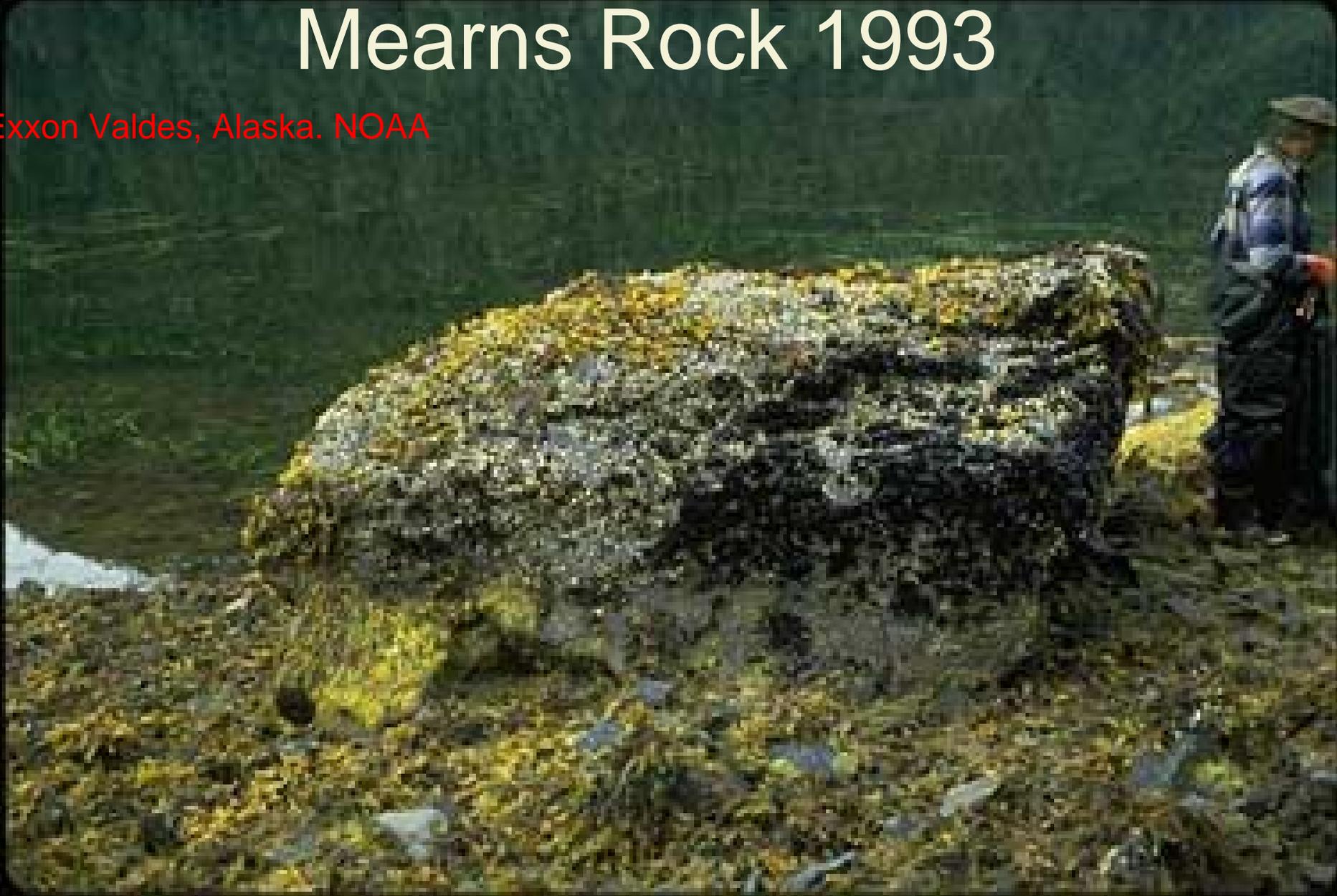
Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1993

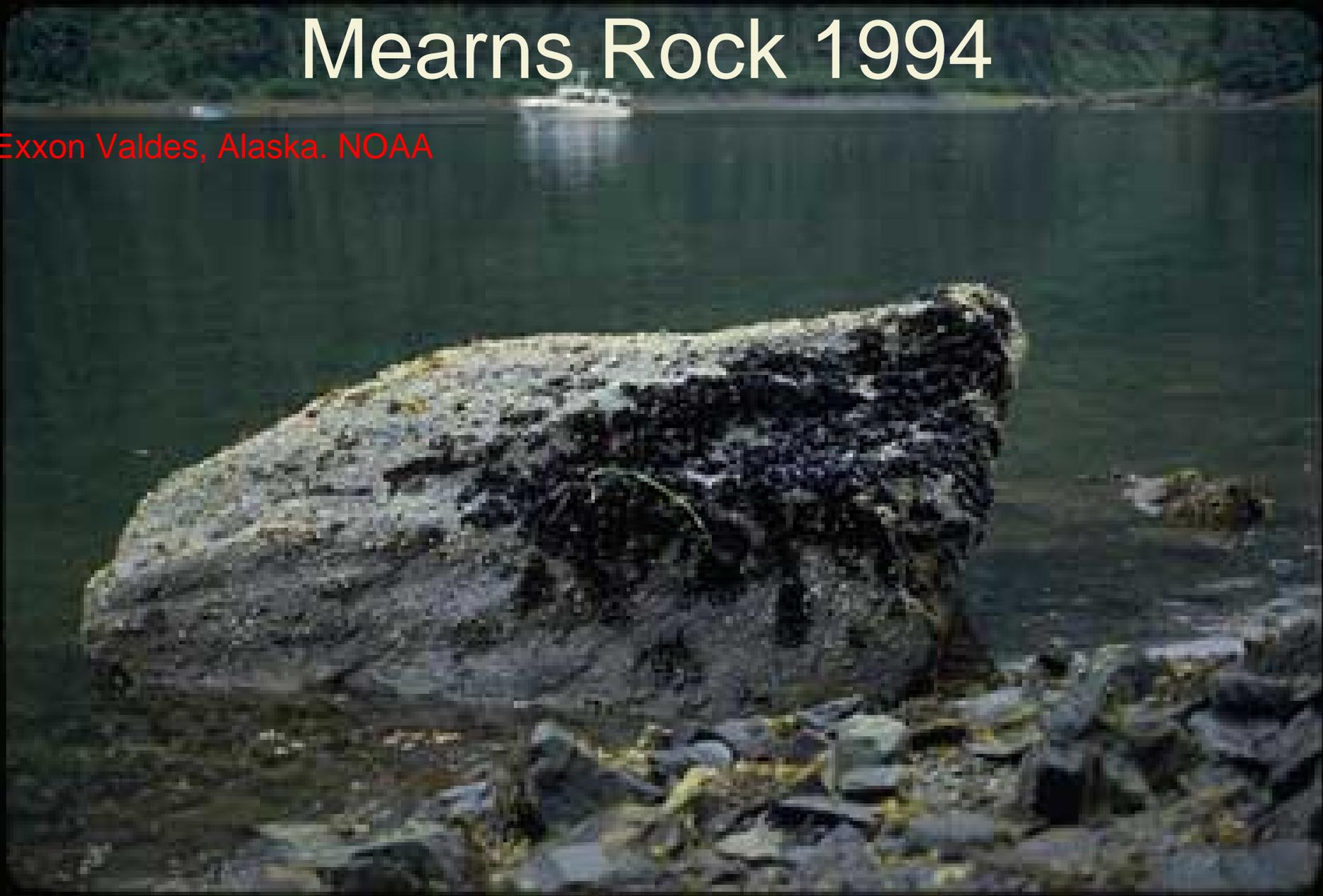
Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1994

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1995

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1996

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1997

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1998

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 1999

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



La recuperación de los ecosistemas

Mearns Rock 2000

Exxon Valdes, Alaska. NOAA



COMO LIMPIAR LAS AREAS DAÑADAS

INTERMAREAL ROCOSO

		TIPOS DE HIDROCARBUROS			
TIPO DE TRATAMIENTO		I	II	III	IV
TIPOS DE HIDROCARBUROS	Recuperación Natural	A	A	A	A
I – Productos de gasolinas	Barreras	---	---	---	---
II – Productos diesel o similar y crudo ligero	Retirada manual del crudo	---	---	B	B
	Retirada mecánica del crudo	---	---	---	---
III – Crudos de grado medio y productos intermedios	Absorbentes	---	B	A	A
	Vacio	---	A	A	A
IV – Crudo pesado o productos residuales	Retirada de detritos	---	A	A	A
	Removida de sedimento	---	---	---	---
EFFECTO DEL TRATAMIENTO	Cortar y retirar vegetación	---	---	---	---
A = El impacto ambiental menos severo	Inundar	---	---	---	---
B = Algun impacto adverso para el ambiente	Lavado con agua a Tª ambiente, Baja presión	---	A	A	B
C = Impactes adeversos significativos para el ambiente	Lavado con agua a Tª ambiente, Alta presión	---	B	B	B
	Lavado con agua caliente, Baja presión	---	---	C	C
D = Los impactos mas adversos para el ambiente	Lavado con agua caliente, Alta presión	---	---	C	C
	Limpieza con vapor	---	---	D	D
I = Información insuficiente - impacto no evaluado	Chorro de arena	---	---	D	D
	Solidificantes	---	---	---	---
--- = No aplicable	Agentes limpiadores en la costa	---	---	C	C
	Enriquecimiento de nutrientes	---	---	---	---
	Siembra con microbios naturales	---	---	---	---
	Quema "in situ"	---	---	---	---

COMO LIMPIAR LAS AREAS DAÑADAS

PLAYAS DE CANTOS

		TIPOS DE HIDROCARBUROS			
TIPO DE TRATAMIENTO		I	II	III	IV
TIPOS DE HIDROCARBUROS	Recuperación Natural	A	A	B	B
I – Productos de gasolinas	Barreras	---	B	B	B
II – Productos diésel o similar y crudo ligero	Retirada manual del crudo	D	C	B	B
	Retirada mecánica del crudo	D	D	C	C
III – Crudos de grado medio y productos intermedios	Absorbentes	---	A	A	B
	Vacio	---	---	B	B
IV – Crudo pesado o productos residuales	Retirada de detritos	---	A	A	A
	Remoción de sedimento	D	B	B	B
EFFECTO DEL TRATAMIENTO	Cortar y retirar vegetación	---	---	---	---
A = El impacto ambiental menos severo	Inundar	A	A	B	C
B = Algún impacto adverso para el ambiente	Lavado con agua a T° ambiente, Baja presión	A	A	A	B
C = Impactos adversos significativos para el ambiente	Lavado con agua a T° ambiente, Alta presión	---	---	B	B
	Lavado con agua caliente, Baja presión	---	---	C	B
D = Los impactos más adversos para el ambiente	Lavado con agua caliente, Alta presión	---	---	C	C
	Limpieza con vapor	---	---	D	D
I = Información insuficiente - impacto no evaluado	Chorro de arena	---	---	---	---
	Solidificantes	---	---	B	---
--- = No aplicable	Agentes limpiadores en la costa	---	---	B	B
	Enriquecimiento de nutrientes	---	A	A	B
	Siembrá con microbios naturales	---	I	I	I
	Quema "in situ"	---	---	C	C

COMO LIMPIAR LAS AREAS DAÑADAS

LLANURAS DE ARENA

	TIPO DE TRATAMIENTO	TIPOS DE HIDROCARBUROS			
		I	II	III	IV
TIPOS DE HIDROCARBUROS	Recuperación Natural	A	A	B	B
I – Productos de gasolinas	Barreras	B	B	B	B
II – Productos diesel o similar y crudo ligero	Retirada manual del crudo	---	D	C	C
	Retirada mecánica del crudo	---	---	---	---
III – Crudos de grado medio y productos intermedios	Absorbentes	---	A	A	B
	Vacio	---	C	B	B
IV – Crudo pesado o productos residuales	Retirada de detritos	---	B	B	B
	Removida de sedimento	---	---	---	---
EFFECTO DEL TRATAMIENTO	Cortar y retirar vegetación	---	---	D	D
A = El impacto ambiental menos severo	Inundar	---	C	C	D
B = Algun impacto adverso para el ambiente.	Lavado can agua a Tª ambiente, Baja presión	---	---	---	---
C = Impactos adversos significativos para el ambiente	Lavado can agua a Tª ambiente, Alta presión	---	---	---	---
	Lavado can agua caliente, Baja presión	---	---	---	---
D = Los impactos mas adversos para el ambiente	Lavado can agua caliente, Alta presión	---	---	---	---
	Limpieza con vapor	---	---	---	---
I = Information insuficiente - impacto no evaluado	Chorro de arena	---	---	---	---
	Solidificantes	---	C	C	---
— = No aplicable.	Agentes limpiadores en la costa	---	---	---	---
	Enriquecimiento de nutrientes	---	I	I	I
	Siembra con microbios naturales	---	I	I	I
	Quema "in situ"	---	---	---	---



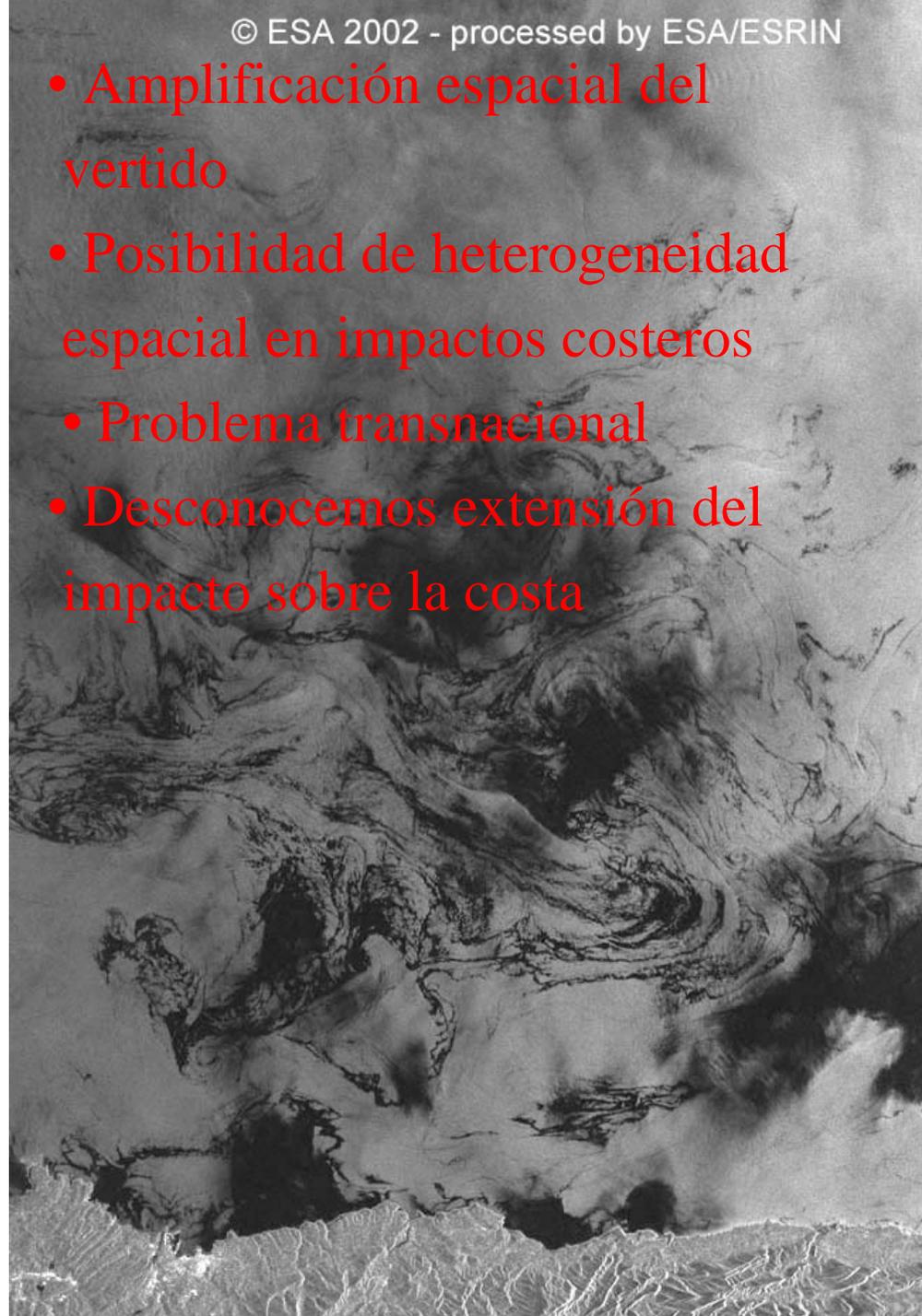
Ejemplo de limpieza manual

EL SIGNIFICADO DEL PRESTIGE

European Space Agency, 2002

© ESA 2002 - processed by ESA/ESRIN

- Amplificación espacial del vertido
- Posibilidad de heterogeneidad espacial en impactos costeros
- Problema transnacional
- Desconocemos extensión del impacto sobre la costa



LA ROTURA DEL PRESTIGE



LA ROTURA DEL PRESTIGE



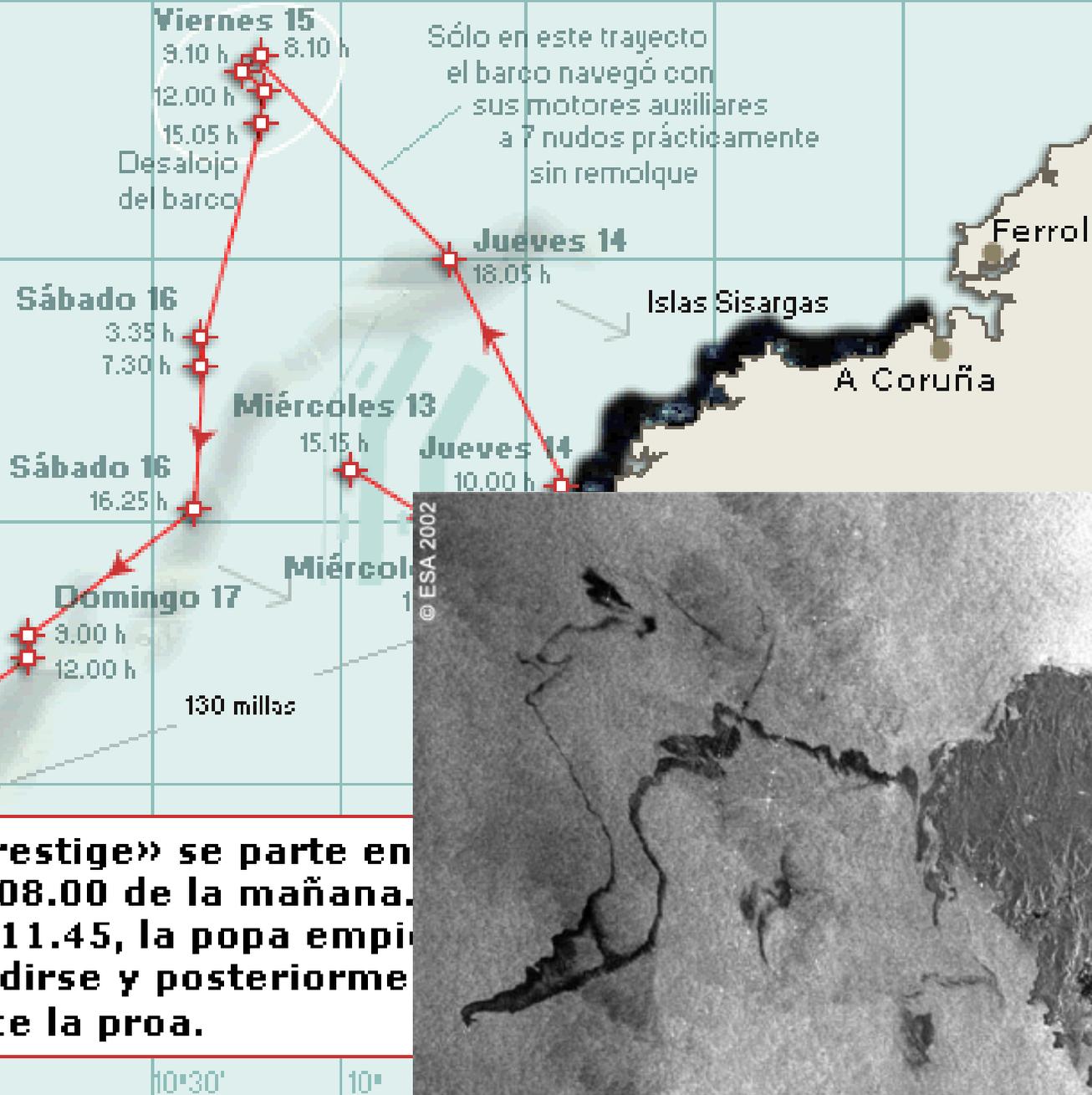
LA ROTURA DEL PRESTIGE



LA ROTURA DEL PRESTIGE



LA TRAYECTORIA DEL PRESTIGE



La visión desde satélite



Los efectos en las costas



Los efectos en las costas



Los efectos en las costas



Los efectos en las costas



Los efectos en las costas de Asturias Gargantera (Gozón)



Los efectos en las costas de Asturias Molín del Puertu (Gozón)



Los efectos en las costas de Asturias San Pedro (Cudillero)

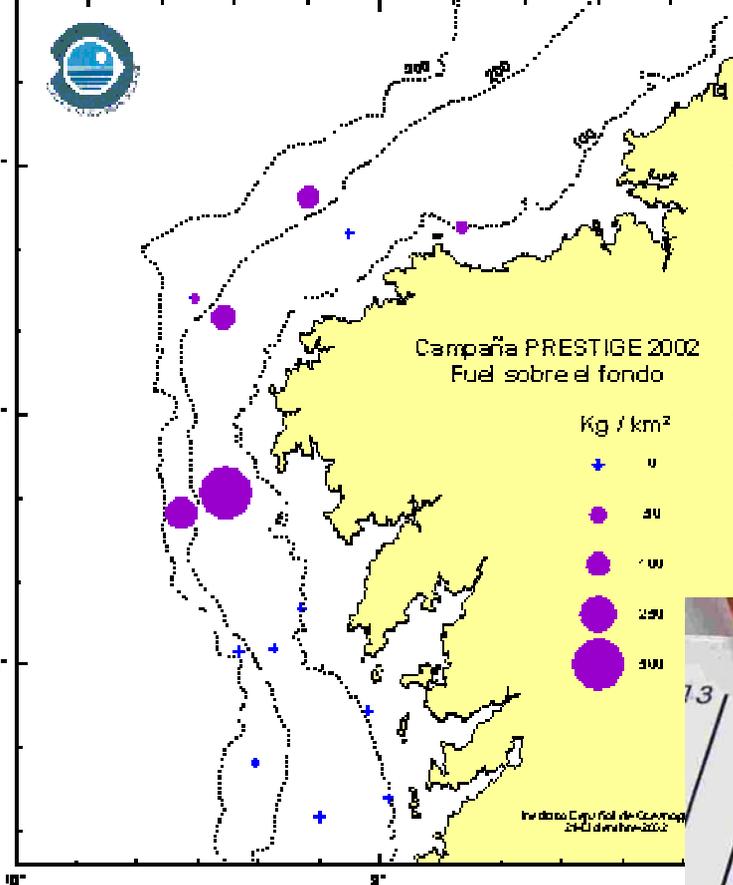


Los efectos en las costas de Asturias Oleiro (Cudillero)



Los efectos en las costas de Asturias Aramar (Gozón)





Los sedimentos del fondo



Los efectos en los sedimentos



Los efectos en los sedimentos





Los efectos en los sedimentos

Los efectos en los sedimentos





.....y confiemos en que no tengamos que ver de nuevo imágenes como estas en el futuro