

Impatti di uno sversamento di idrocarburi sugli ecosistemi marini



Dott. Tiziana Chieruzzi

Neptune III 8 febbraio 2022

L'impatto di uno sversamento di idrocarburi dipende da

Tipo di prodotto

- ▶ caratteristiche fisico-chimiche
- ▶ quantità e persistenza
- ▶ comportamento in mare e sulla costa
- ▶ effetti sul biota

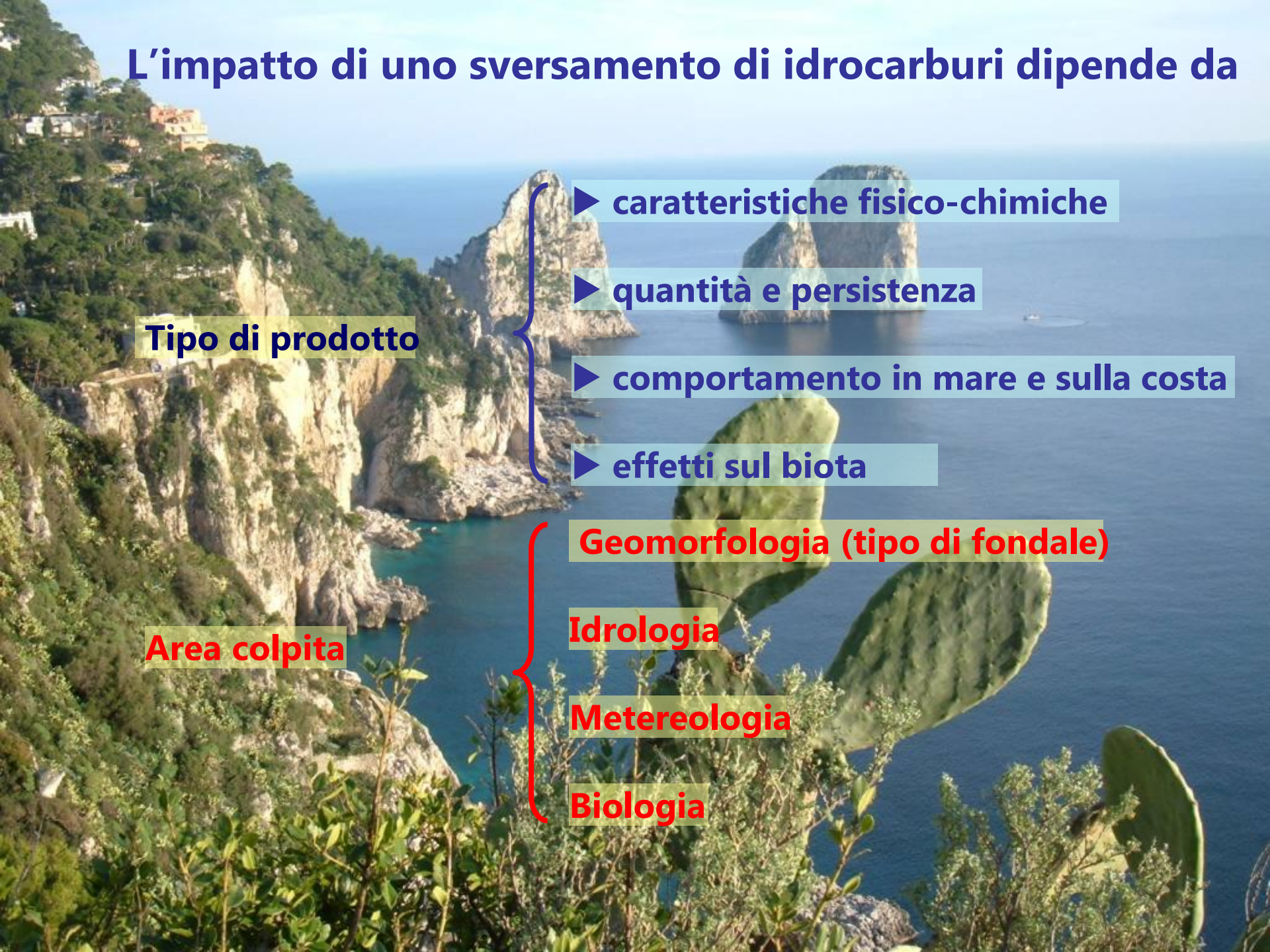
Area colpita

Geomorfologia (tipo di fondale)

Idrologia

Metereologia

Biologia





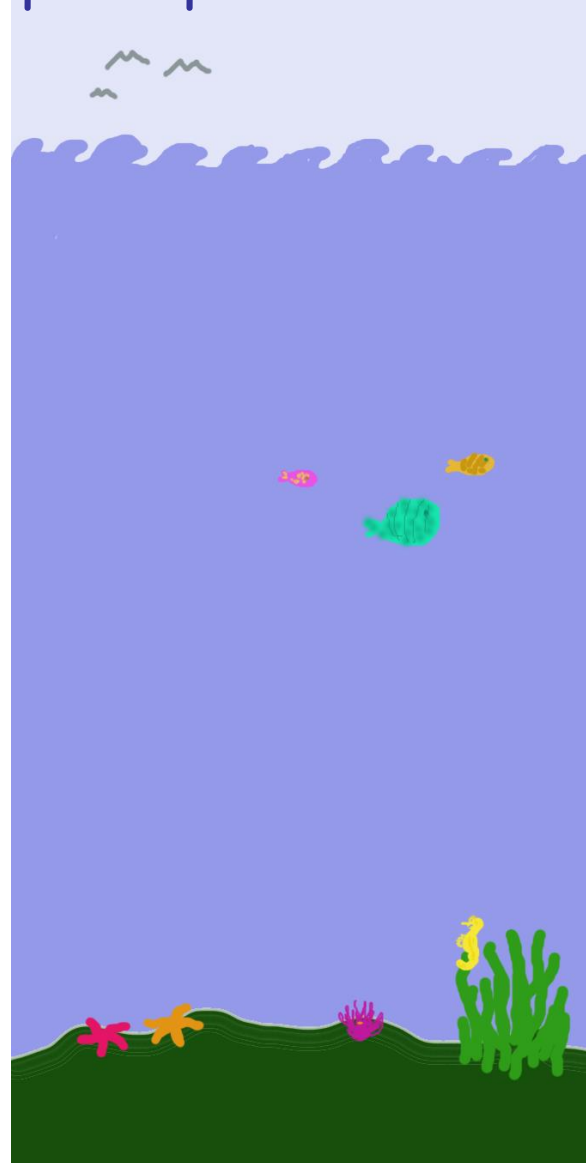
Caratteristiche fisico-chimiche

Tipo di prodotto sversato

Leggeri es. Diesel



Alterano specialmente i processi che avvengono all'interfaccia aria/acqua



Medi es. Arabian Medium

Inquinano l'intera colonna d'acqua

Pesanti es. Fuel Oil



Danneggiano in particolare i fondali



Diesel oil

Basso peso specifico: 0,85 - 1,03

Tossicità acuta elevata

Facilmente biodegradabile

Dispersione superficiale ampia

Forma pellicole sottili

Evaporazione elevata (40-65%)

Fino al 90% evapora o si disperde nella colonna d'acqua entro due giorni dallo sversamento

Quando raggiunge le coste si infiltra nei sedimenti ma viene dilavato facilmente da onde e maree





Alaska North Slope

È una miscela di petrolio greggio e surfactanti

Effetti tossici a medio e lungo termine

Evaporazione moderata (15-20%)

Alto peso specifico

Resistente alla biodegradazione

Bassa solubilità

Sotto l'azione delle onde si emulsiona e forma "chocolate mousse", tar balls, etc.

Quando raggiunge le coste aderisce ai sedimenti e sulle rocce



Fuel Oil

Combustibile residuo di raffinazione o prodotto con la miscelazione di bitumi e olii leggeri

Peso specifico variabile tra 0,95 e 1,03 o più

Scarsa evaporazione (5-10%)

Sotto l'azione del vento e del mare forma facilmente un'emulsione stabile (*chocolate mousse*) e *tar balls*

Forma chiazze spesse e persistenti

Aderisce al substrato penetrando poco nei sedimenti

Refrattario alla biodegradazione

L'impatto di uno sversamento di idrocarburi dipende da

Tipo di prodotto

- ▶ caratteristiche fisico-chimiche
- ▶ quantità e **persistenza**
- ▶ comportamento in mare e sulla costa
- ▶ effetti sul biota

Area colpita

- Geomorfologia (tipo di fondale)
- Idrologia
- Metereologia
- Biologia

Persistenza

Il petrolio greggio e alcuni suoi derivati possono persistere sulle coste molto a lungo, in alcuni casi per anni, quando si verificano alcune condizioni:

Si trova in aree molto protette dall'azione delle onde

Quando penetra molto in profondità nei sedimenti

Viene bruciato

Forma superfici compatte
(dette pavimenti di asfalto o croste)

L'impatto di uno sversamento di idrocarburi dipende da

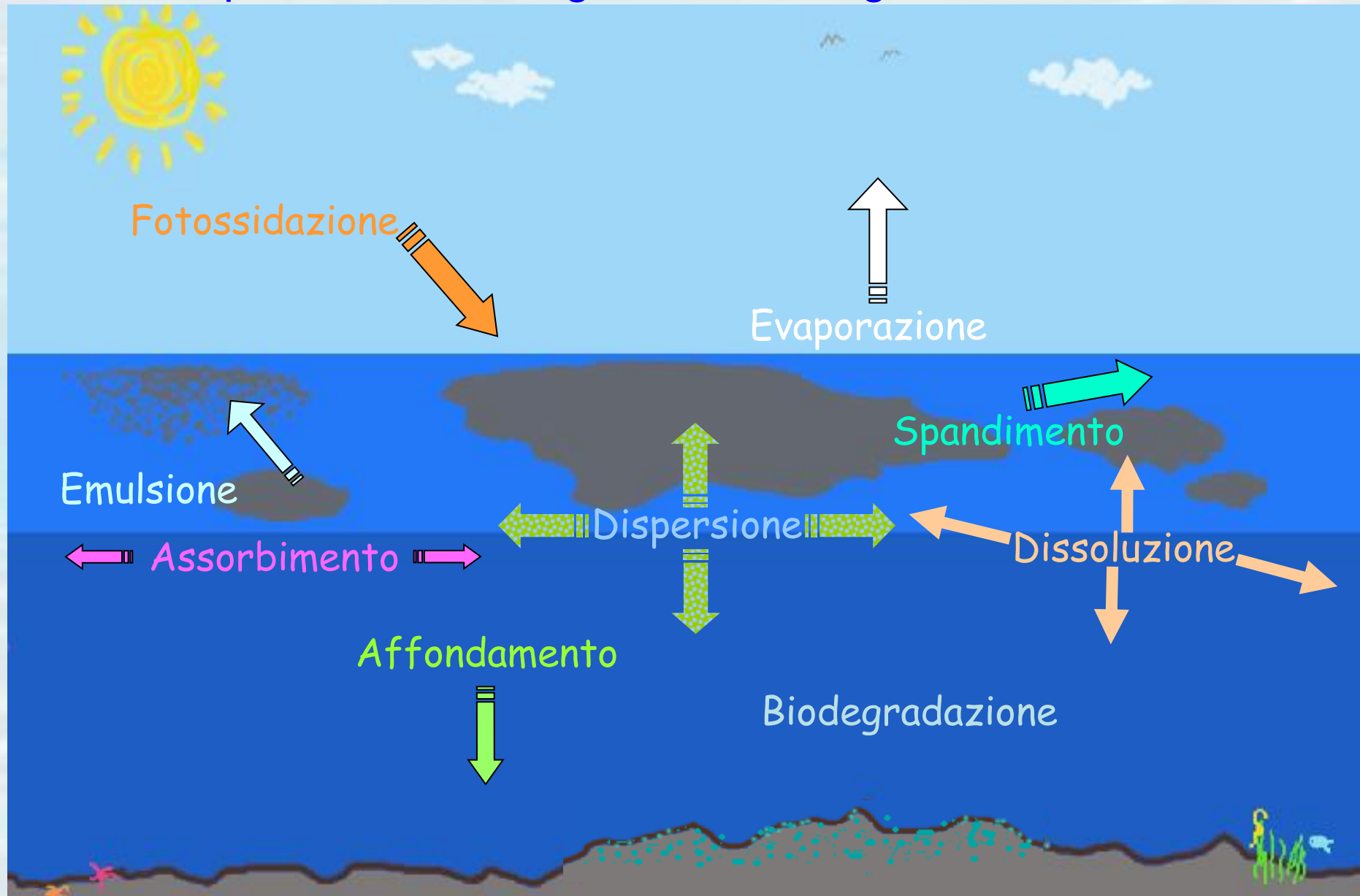
Tipo di prodotto

- ▶ caratteristiche fisico-chimiche
- ▶ quantità e persistenza
- ▶ **comportamento in mare** e sulla costa
- ▶ effetti sul biota

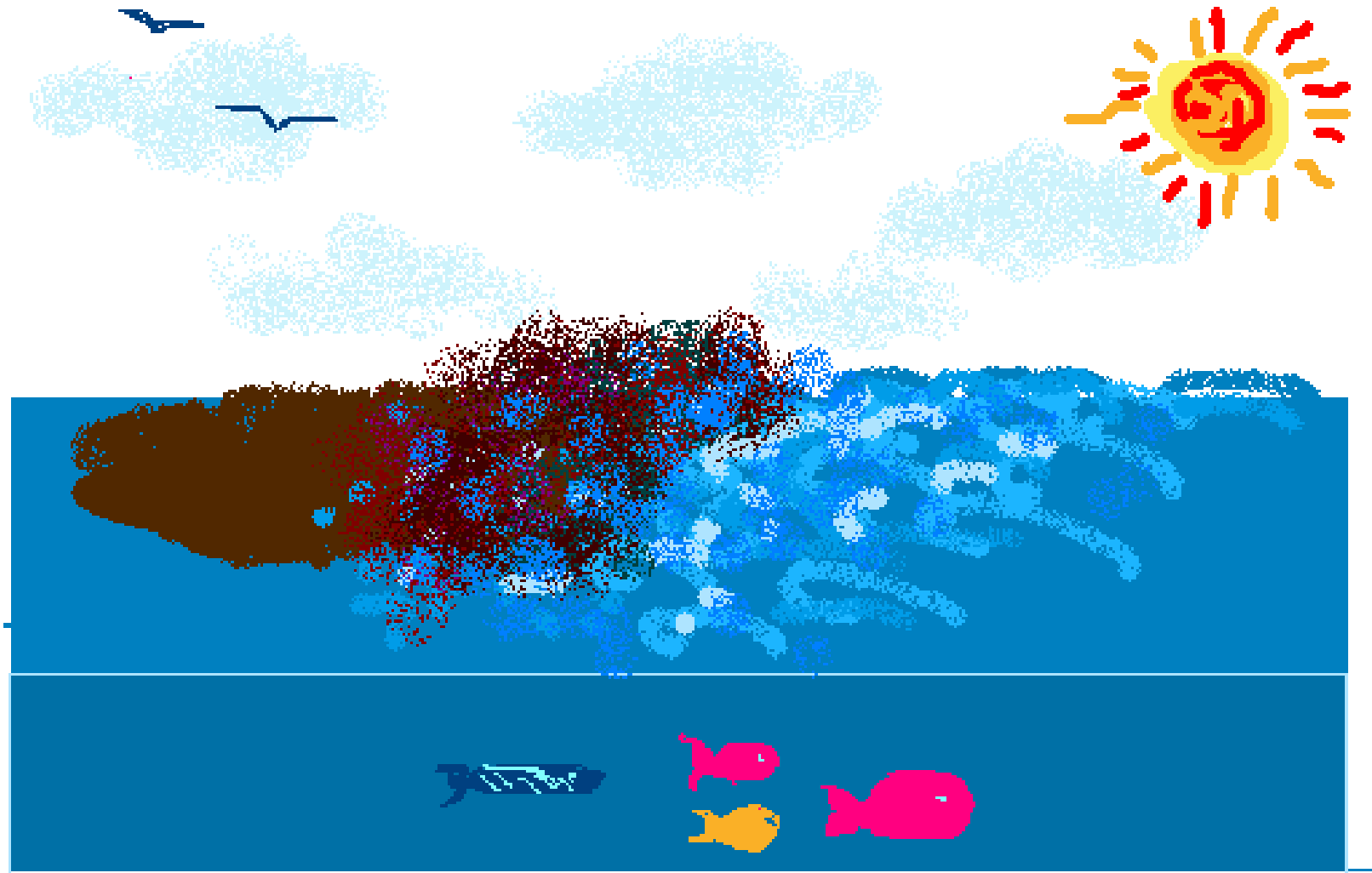
Area colpita

- Geomorfologia (tipo di fondale)
- Idrologia
- Metereologia
- Biologia

Comportamento e degradazione degli idrocarburi in mare



La formazione di mousse (emulsione di acqua in olio) e cioè l'entrata di goccioline d'acqua nello strato di petrolio richiede una grande energia cinetica



L'impatto di uno sversamento di idrocarburi dipende da

Tipo di prodotto

- ▶ caratteristiche fisico-chimiche
- ▶ quantità e persistenza
- ▶ **comportamento** in mare e **sulla costa**
- ▶ effetti sul biota

Area colpita

- Geomorfologia (tipo di fondale)
- Idrologia
- Metereologia
- Biologia

Tipo di fondale

FONDO DURO



FONDO MOBILE



Formazione di superfici compatte

Quando relativamente grandi quantità di petrolio o di mousse si depositano sulla costa

attraverso i processi di *weathering*

si possono formare strati duri paragonabili a pavimenti di asfalto o a croste di petrolio



Formazione di superfici compatte

Questi pavimenti di asfalto sono altamente persistenti. Possono rimanere quasi intatti per lunghi periodi di tempo (anche per più di un mese).



l'azione delle onde riesce a romperne solo i margini esterni ed è quindi importante poterli rimuovere manualmente o meccanicamente

L'impatto di uno sversamento di idrocarburi dipende da

Tipo di prodotto

- ▶ caratteristiche fisico-chimiche
- ▶ quantità e persistenza
- ▶ **comportamento** in mare e **sulla costa**
- ▶ effetti sul biota

Area colpita

Geomorfologia (tipo di fondale)

Idrologia

Metereologia

Biologia

FONDO DURO

I prodotti leggeri, es. il diesel, sono molto tossici ma molto volatili. Non aderiscono al substrato

I greggi e i gli altri derivati invece aderiscono alle rocce. Più la costa è verticale ed esposta al moto ondoso e meno il prodotto rimane adesivo.

Nelle zone in cui la roccia degrada dolcemente e forma delle insenature protette i prodotti si concentrano e tendono a persistere nel tempo.

FONDO MOBILE

Considerando un prodotto petrolifero medio, con determinata viscosità, non possiamo sapere come si comporterà una volta spiaggiato senza considerare anche ...

.. alcune caratteristiche tipiche del sedimento
(dimensione delle particelle, drenaggio, presenza di organismi scavatori)

Queste caratteristiche determinano la capacità di penetrazione nei sedimenti mobili

Fattori che influenzano la penetrazione del petrolio su fondi mobili:

1) Viscosità del petrolio = oli molto viscosi e mousse (cioè emulsione di acqua in olio) tendono a penetrare meno in profondità rispetto a oli con bassa viscosità come ad es. i greggi leggeri e i diesel

2) Dimensioni delle particelle = più sono grandi più facilmente penetra negli spazi interstiziali

Fattori che influenzano la penetrazione del petrolio su fondi mobili:

3) Drenaggio = se i sedimenti sono poco drenati il contenuto di acqua può prevenire la penetrazione dell'olio, al contrario in sedimenti ben drenati l'olio può raggiungere profondità anche di un metro

4)
fi
ma



scava
olio ra
i anim
vermi



Come si può presentare il petrolio sui litorali sabbiosi

Lo stesso tipo di prodotto può presentarsi in modi diversi a causa dei processi di *weathering*.

Strato spesso



Mousse



Come si può presentare il petrolio sui litorali sabbiosi

**Spessa farcitura
sotto la sabbia**



Farcitura a strati



Come si può presentare il petrolio sui litorali sabbiosi

Sabbia intrisa



Placche o chiazze
(con dimensioni variabili)



Come si può presentare il petrolio sui litorali sabbiosi

Zebratura



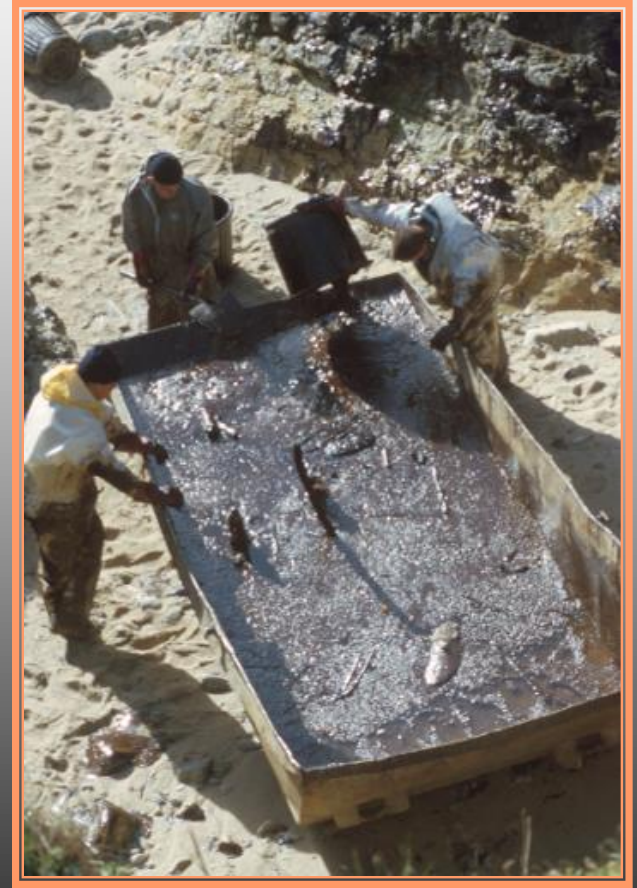
Palline di catrame



**Un inquinamento da petrolio proveniente dal mare,
generalmente, viene trasportato sulla spiaggia o sulle
rocce fino al limite superiore della marea**

Attenzione!

**È di massima importanza che il
clean-up
venga effettuato con estremo rigore
per minimizzare gli effetti di
inquinamento secondario nella zona di
costa non inizialmente contaminata**



Effetti sull'ecosistema marino

Breve termine

**Morte immediata di
organismi marini animali o
vegetali**



**Alterazione rapida
dell'ecosistema**

Lungo termine

Effetti SUB-LETALI

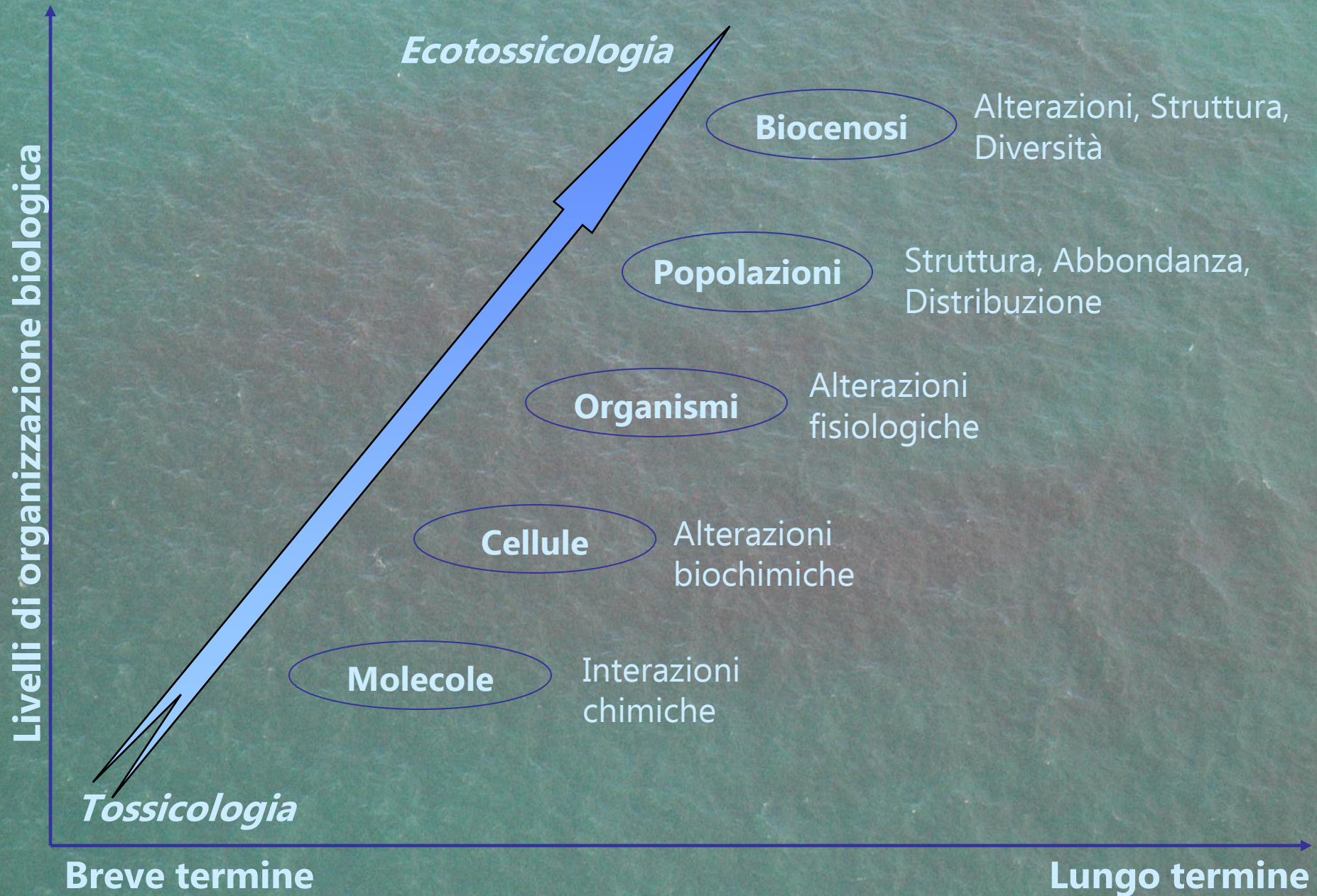


Danni cromosomici

Disfunzioni della riproduzione legate a:
fisiologia della riproduzione, ontogenesi,
interazioni sociali

Alterazioni del
comportamento
Magnificazione biologica

Riduzione della biodiversità



Effetti a breve termine

Gli uccelli

Circa 375.000 uccelli morti durante l'incidente della Exxon Valdez del 1989

Problemi provocati dal petrolio sono

- **perdita dell'impermeabilità del piumaggio**
- **aumento del consumo energetico**
- **diminuzione della galleggiabilità**
- **annegamento**
- **morte per ipotermia**



Effetti a breve termine

Morte degli organismi del mesolitorale e dell'infralitorale

(anellidi, molluschi, crostacei, pesci) per:
Tossicità del prodotto

Il petrolio crea una pellicola superficiale che impedisce gli scambi gassosi

Il petrolio aderisce agli organismi e non permette le attività necessarie alla sopravvivenza

Distruzione dell'habitat (ad es. quando vengono imbrattate le banquettes, gli anfipodi e gli isopodi che possono rifugiarsi nel sopralitorale e quindi possono sfuggire all'imbrattamento muoiono a causa dell'inquinamento delle *banquettes*)

Effetti a breve termine sui mammiferi marini

Generalmente i mammiferi marini, come delfini, balene, orche, ecc. sono in grado di sfuggire al petrolio in alto mare ma...



Quando l'area interessata è il sito di riproduzione o l'area in cui vivono mammiferi come foche, leoni di mare, ecc. si è riscontrata la morte dei cuccioli e le difficoltà degli adulti nel reperire il cibo

Effetti a breve termine sui mammiferi marini

Ci sono molti casi in cui la morte di mammiferi marini è avvenuta in associazione con uno sversamento di petrolio, le specie principalmente colpite sono:



foche e leoni marini della Cornovaglia
morti in Cornovaglia nel 1969
– Torrey Canyon –

22 Balene grigie 3000 tra foche
e lontre marine, 3 orsi polari (morti per
ingestione di quantità letali di petrolio)
in Alaska nel 1989 - Exxon Valdez -



Effetti a lungo termine

CALO DEL TASSO DI RIPRODUZIONE

Nei pesci e nei mitili è ridotto il numero di uova deposte e la probabilità di schiusa (nei mitili è stato osservato anche un anno di sterilità dopo un piccolo sversamento di petrolio)

Nelle alghe, macro-alghe e nei coralli si hanno diminuzioni del tasso di riproduzione anche con concentrazioni di idrocarburi di $0,2 \mu\text{g/l}$

Le larve di pesci, sottoposte ad inquinamento da idrocarburi, diminuiscono il loro tasso di crescita e questo determina una più prolungata esposizione alla predazione



Effetti a lungo termine

ANOMALIE DELLO SVILUPPO - TERATOGENESI -

Formazione di strutture anormali (occhi abnormi, pinne anomale) in larve di alcune specie di pesci esposti agli idrocarburi del petrolio

Formazioni tumorali in macro-alghe



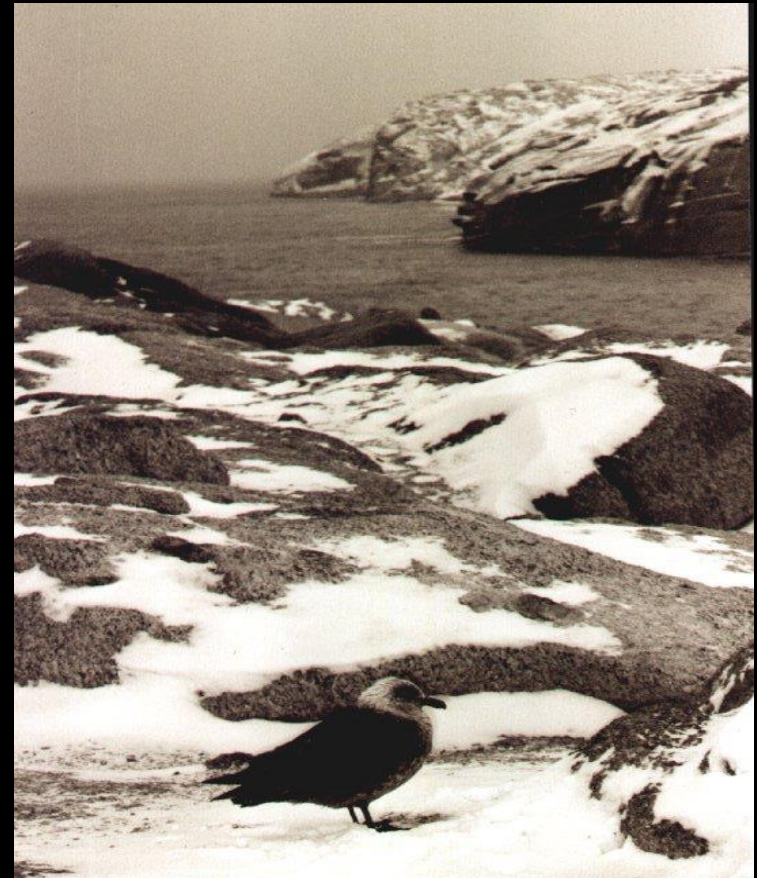
Effetti a lungo termine

ANOMALIE DEL COMPORTAMENTO

Variazioni nelle rotte migratorie dei salmoni (anche solo con concentrazioni di idrocarburi da 1 a 10 μ g/l)

Alcune specie di uccelli diventano incapaci di difendere il territorio esponendo maggiormente i loro piccoli ai predatori (South Polar skua). Dopo l'Exxon Valdez molti aquilotti implumi hanno abbandonato i nidi e quattro mesi dopo l'incidente solo un nido su tre era in regolare attività.

Ridotta capacità di alimentarsi per alcuni organismi planctonici e bentonici





Effetti a lungo termine

ANOMALIE DEL COMPORTAMENTO

Alcune specie di bivalvi e di crostacei hanno una ridotta capacità di rintanarsi profondamente nel sedimento contaminato

Es. I granchi violinisti rallentano i loro movimenti e si insabbiano meno profondamente quando il sedimento è contaminato da petrolio



questo implica una maggior esposizione ai predatori (gli uccelli) ed al freddo invernale



Otto anni dopo lo *spill* la popolazione era ancora numericamente ridotta.

Effetti a lungo termine sulle tartarughe marine

L'ingestione di dosi sub-letali di idrocarburi riduce il numero di uova prodotte, la possibilità di schiusa ed aumenta la probabilità di malformazioni



L'inquinamento delle spiagge designate per la nidificazione riduce il tasso di riproduzione

Effetti "SPECIALI"

Le specie opportuniste

Sono delle specie (es. alcuni anellidi o le macroalghe) che subito dopo uno sversamento di petrolio aumentano rapidamente il numero degli individui della popolazione

Perché?



Sono più resistenti al petrolio

In mancanza di competizione e/o di predazione ampliano la loro nicchia ecologica



Tempi necessari per il ripristino dipendono:

dalla sensibilità della specie

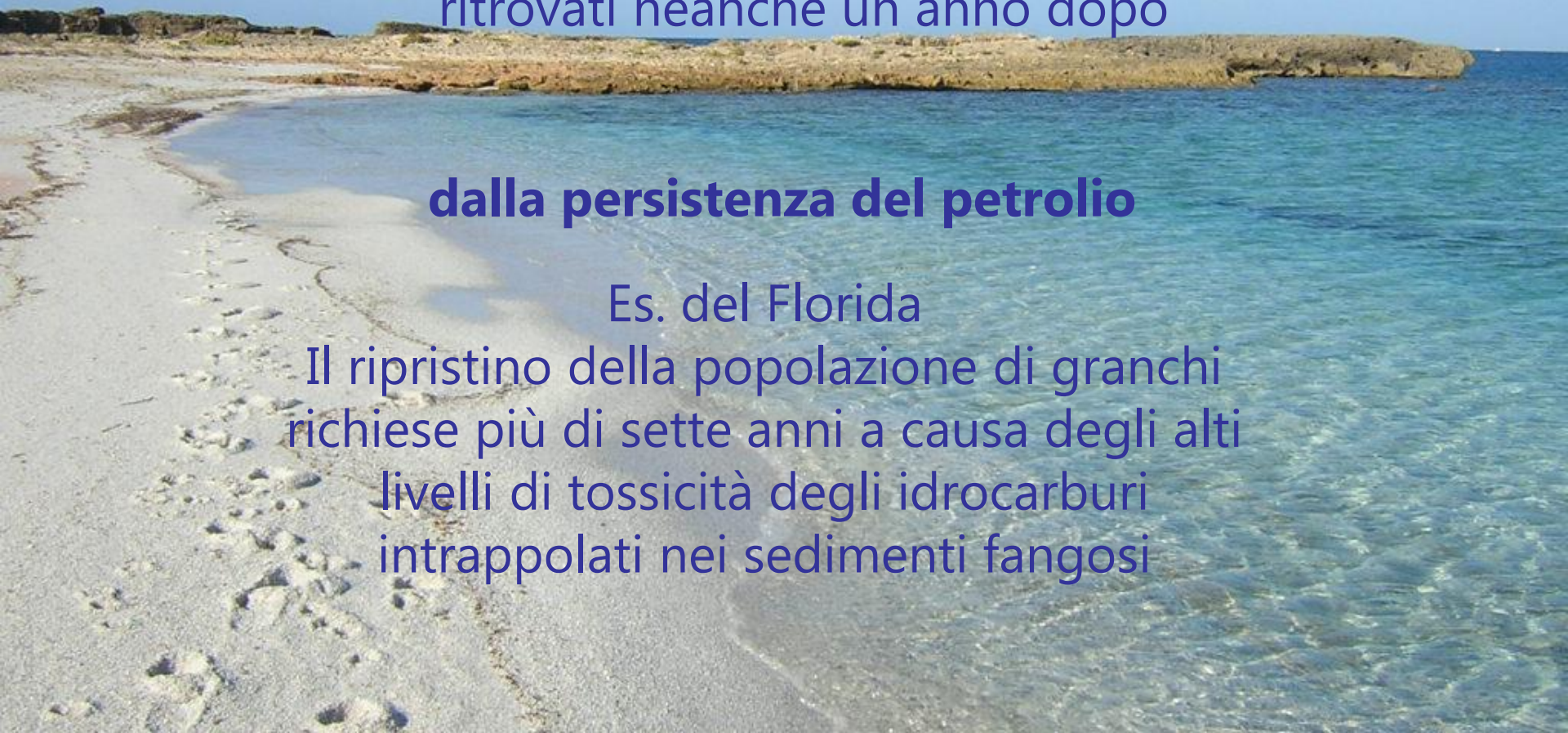
Es. del Sea Empress

Vermi di mare tornati sulle spiagge pochi mesi dopo l'incidente mentre alcuni anfipodi non sono stati ritrovati neanche un anno dopo

dalla persistenza del petrolio

Es. del Florida

Il ripristino della popolazione di granchi richiede più di sette anni a causa degli alti livelli di tossicità degli idrocarburi intrappolati nei sedimenti fangosi

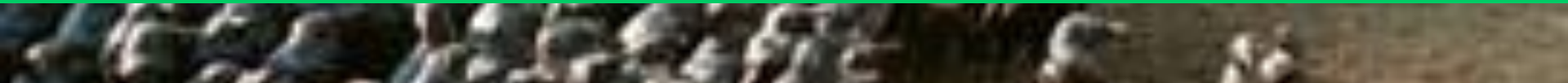


A person in a wetsuit is visible in the background, possibly a diver or researcher, standing near a body of water.


Il 23 giugno 2000

...un caso particolarmente "fortunato" ...


Sversamento 1.300 ton di *bunker oil* dalla Traesure a largo del Sud Africa vicino alle isole Dassen e Robben

A large colony of penguins is visible in the background, densely packed on a rocky shore.

Queste isole (Dassen e Robben) ospitano le due maggiori colonie di Pinguini Africani (*Spheniscus demersus*)

A large colony of penguins is visible in the background, densely packed on a rocky shore.

In tutto il mondo ci sono meno di
180.000 Pinguini Africani

A large colony of penguins is visible in the background, densely packed on a rocky shore.

Il petrolio ha imbrattato migliaia di pinguini
che sarebbero morti, ma...

20.000 PINGUINI
Sono stati salvati grazie
all'intervento dei volontari !!



Fine

