



Impatti delle piattaforme off-shore per gas e petrolio

Working Group 2 on Pelagic species (BFT&SWO)
Athens, 09/10/2012

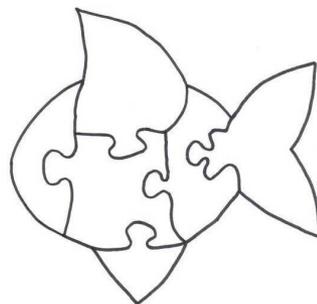
Tomás Vega Fernández
CNR - IAMC

Impatti delle piattaforme off-shore per gas e petrolio

- Elementi basici di termodinamica e stress
- Componenti della valutazione d'impatto ambientale
 - Natura e composizione del contaminante
 - Estensione nello spazio
 - Frequenza nel tempo
 - Scale
- Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale
- Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili
 - Ecologici
 - Economici
 - Sociali

Elementi basici di termodinamica e stress

Tutte le forme viventi sono sistemi termodinamici aperti sostenuti da fonti di energia esterne



La vita è sempre limitata dalla quantità di energia disponibile per nel sistema ad **ogni livello di organizzazione biologica**

$$\text{Consumo (C)} = \text{Crescita (G)} + \text{Respirazione (R)} + \text{Egestione (F)} + \text{Excrezione (U)}$$

Ricerca di risorse

Omeostasi

Riproduzione

Attività umane
(sorgenti di stress)

Impatti
(stress)

Risposte
biologiche

Elementi basilici di termodinamica e stress

- ★ Il Mediterraneo è oggetto di numerosi impatti da diverse sorgenti (sovrapesca, contaminazione, urbanizzazione delle coste, eutroficazione)
- ★ In pratica non c'è un posto nel Mediterraneo che possa definirsi completamente naturale
- ★ Gli organismi e gli ecosistemi mediterranei sono già stressati
 - La **resistenza** e la **resilienza** degli organismi e delle comunità mediterranee agli impatti dalle piattaforme off-shore per gas e petrolio possono essere sostanzialmente minori di quelle riscontrati in altri mari
- ★ Le analisi statistiche classiche utilizzano la relazione fra la risposta a un trattamento sperimentale (segnale) e la variabilità naturale della risposta (rumore) per determinare la probabilità di un effetto
 - I dati mediterranei sono soggetti ad un alto rumore e perciò la verifica sperimentale degli effetti degli impatti è difficile

E' rischioso estendere alla realtà mediterranea conclusioni tratte in altri mari

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale

Natura e composizione del contaminante

- ★ Il petrolio crudo è una miscela variabile di idrocarburi liquidi
- ★ Tali idrocarburi sono principalmente alcheni, cicloalcheni e composti aromatici
- ★ Altri composti organici contengono azoto, ossigeno, zolfo, e tracce di metalli
- ★ La proporzione fra gli elementi costituenti è pressoché costante
- ★ Nonostante ciò, la composizione molecolare e le percentuali dei pesi molecolari varia fra le aree e anche fra i depositi nella stessa area

Generalizzare è difficile o impossibile

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale

Natura e composizione del contaminante

★ Le frazioni leggere sono più tossiche e meno percepite

Name	Number of carbon atoms	Boiling point (C°)	Uses
Refinery gas	3 to 4	below 30	Liquified gas (propane and butane)
Petrol	7 to 9	100 to 150	Car fuel
Naphta	6 to 11	70 to 200	Solvents, raw material for plastics and chemicals
Kerosene	11 to 18	200 to 300	Fuel for aircrafts and stoves
Diesel oil	11 to 18	200 to 300	Fuel for road vehicles and trains
Lubrificating oil	18 to 25	300 to 400	Mechanical lubricant
Fuel oil	20 to 27	350 to 450	Fuel for ships and heating
Greases and wax	25 to 30	400 to 500	Mechanical lubricants
Bitumen	above 35	above 500	Road surface and roofing

Il pubblico non è generalmente ignaro degli impatti più importanti

★ Le frazioni pesanti sono meno tossiche e più percepite

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale

Estensione nello spazio

La estensione orizzontale e verticale di ogni impatto dipende da:

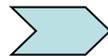
Condizioni meteo



Composizione del petrolio



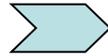
Tipo di frazione



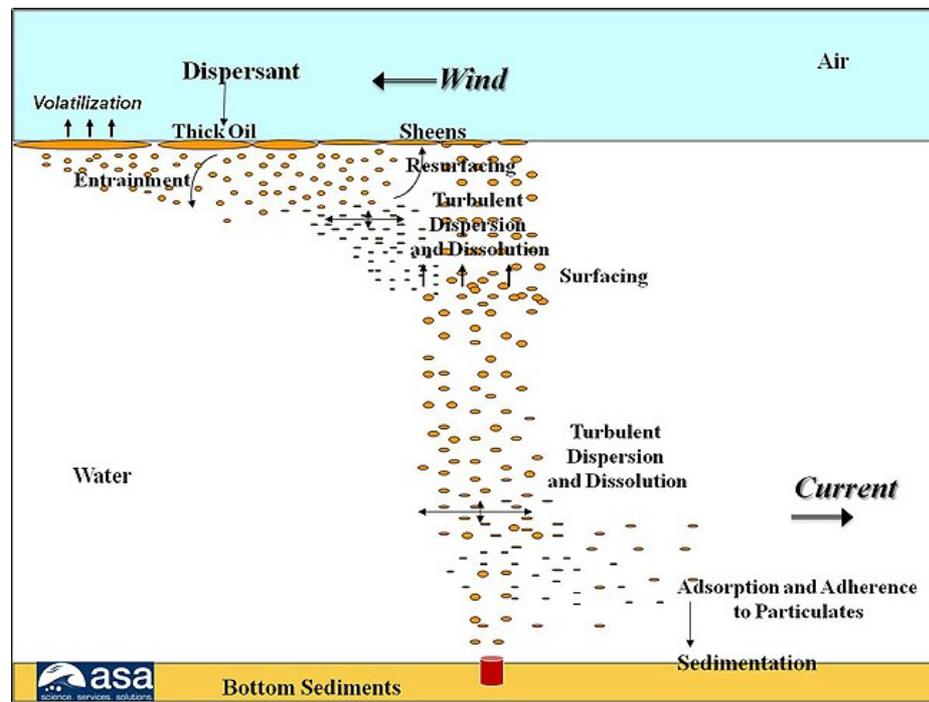
Oceanografia



Profondità



Distaza dalla costa



Generalizzare è difficile o impossibile

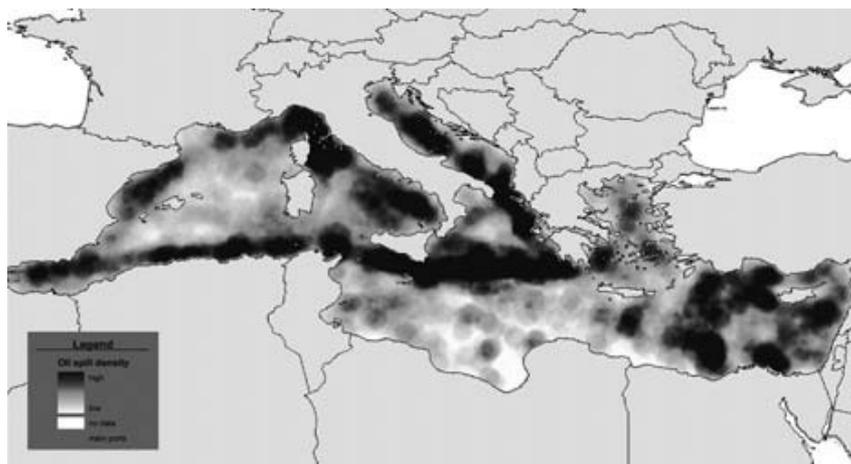
Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale

Frequenza nel tempo

Impatti polsanti

Isolati e discreti nel tempo
(es. maree nere)

Compressivamente
molto rare



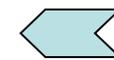
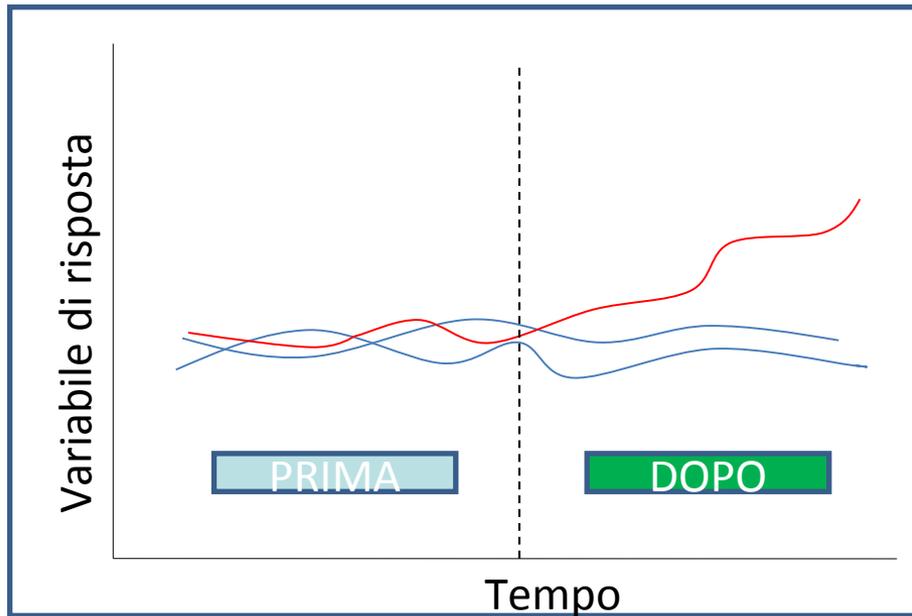
Impatti pressanti

Continui nel tempo (es.
perdite croniche da
oledotti, navi e
piattaforme)

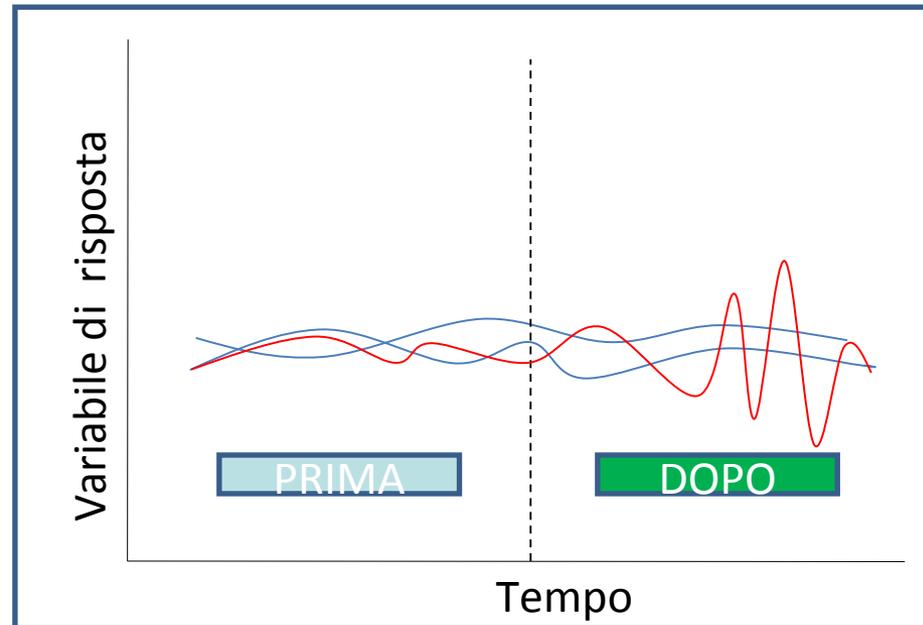
Di gran lunga la principale
fonte di contaminazione

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale

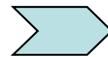
Types of biological responses



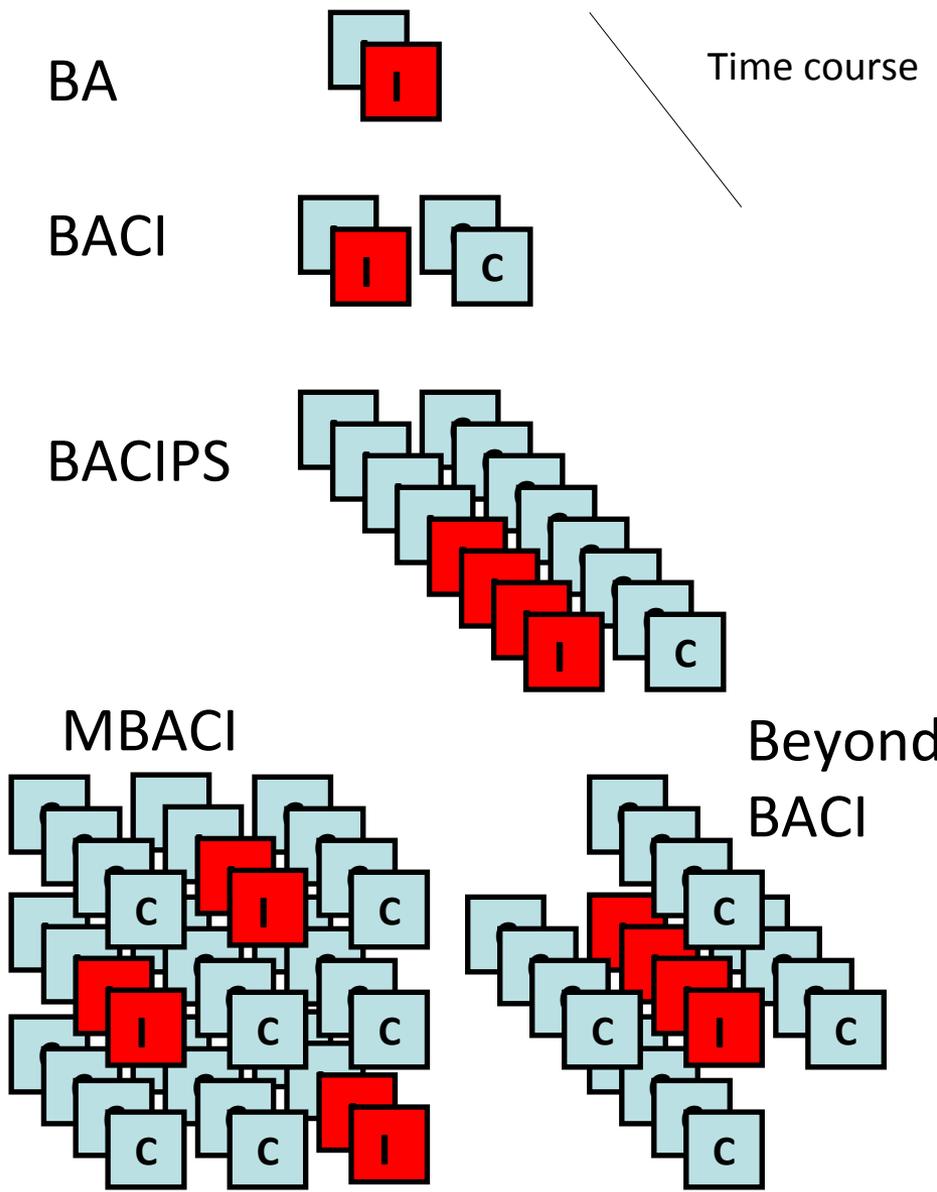
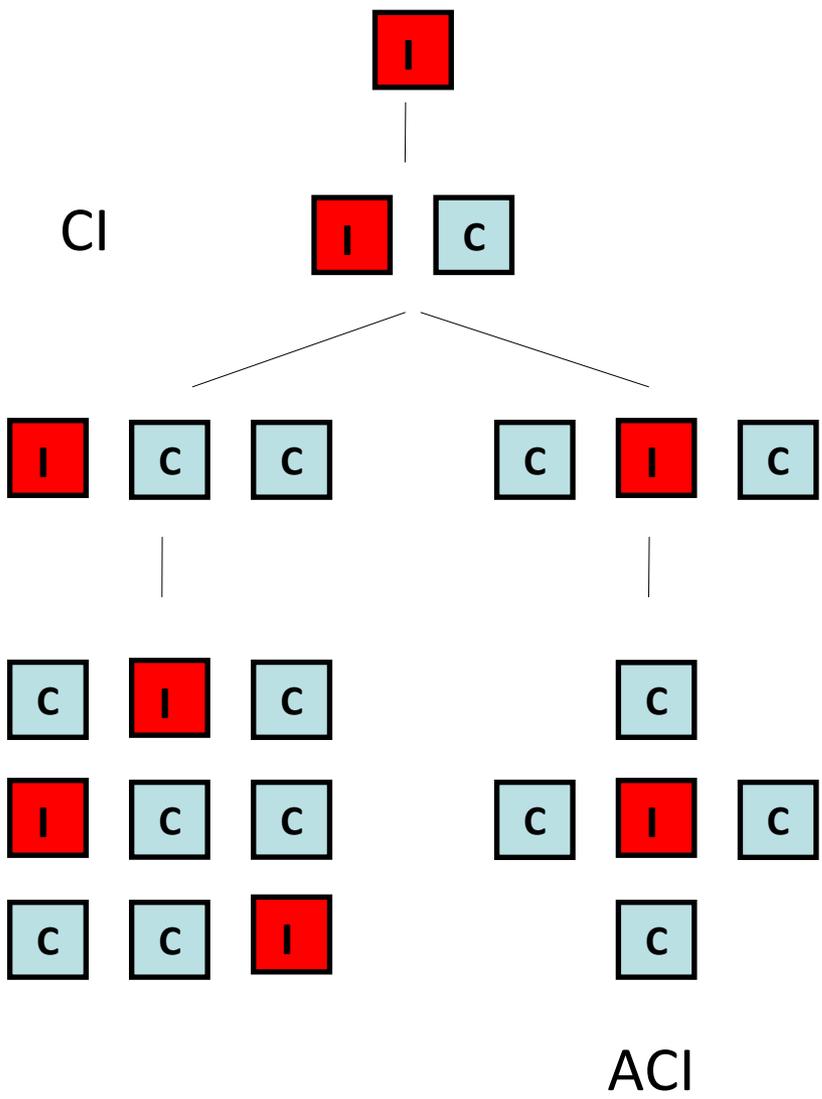
Incremento o decremento
della variabile biologica di
risposta scelta



Incremento della variabilità
della variabile biologica di
risposta scelta

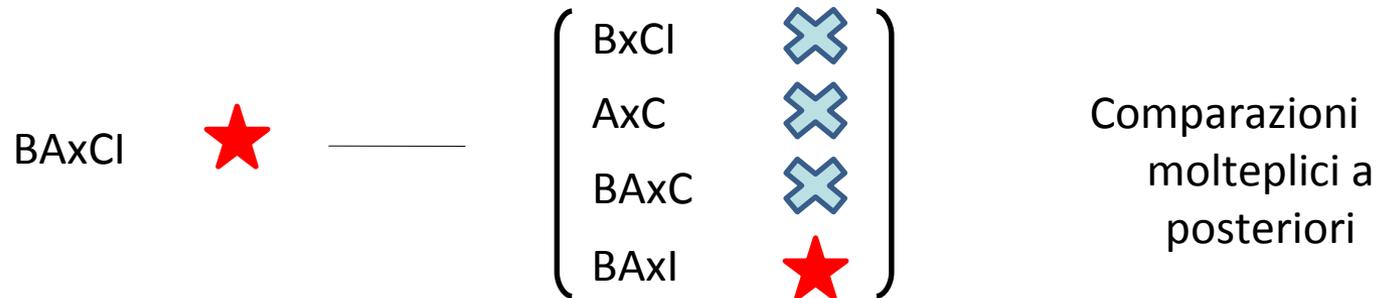


Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale



I disegni più solitamente usati sono deboli

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale



-  Numerose lacune di conoscenza impediscono l'applicazione di disegni robusti
-  I disegni sono ulteriormente limitati per motivi logistici, facendo impossibile ottenere conclusioni generalizzabili
-  Le conclusioni sono specifiche per ogni caso, in modo che le previsioni sono soggette ad alta incertezza

Scarsa capacità predittiva

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale

Numerose assunzioni rimangono senza alcuna verifica

1. Logical

1.1 Representativeness (number and allocation of replicates)

1.2 Generality (replication of higher level factors, scaling up)

1.3 Conceptual model that exclude ALL but the single working hypothesis.

2. Statistical

2.1 Normality (central limit theorem BUT highly skewed distributions and few replicates)

2.2 Homogeneity of variances (often by-passed advocating simulation studies)

2.3 Independence (among replicates in time and space; among vars in multi var approaches)

2.4 Additive effects

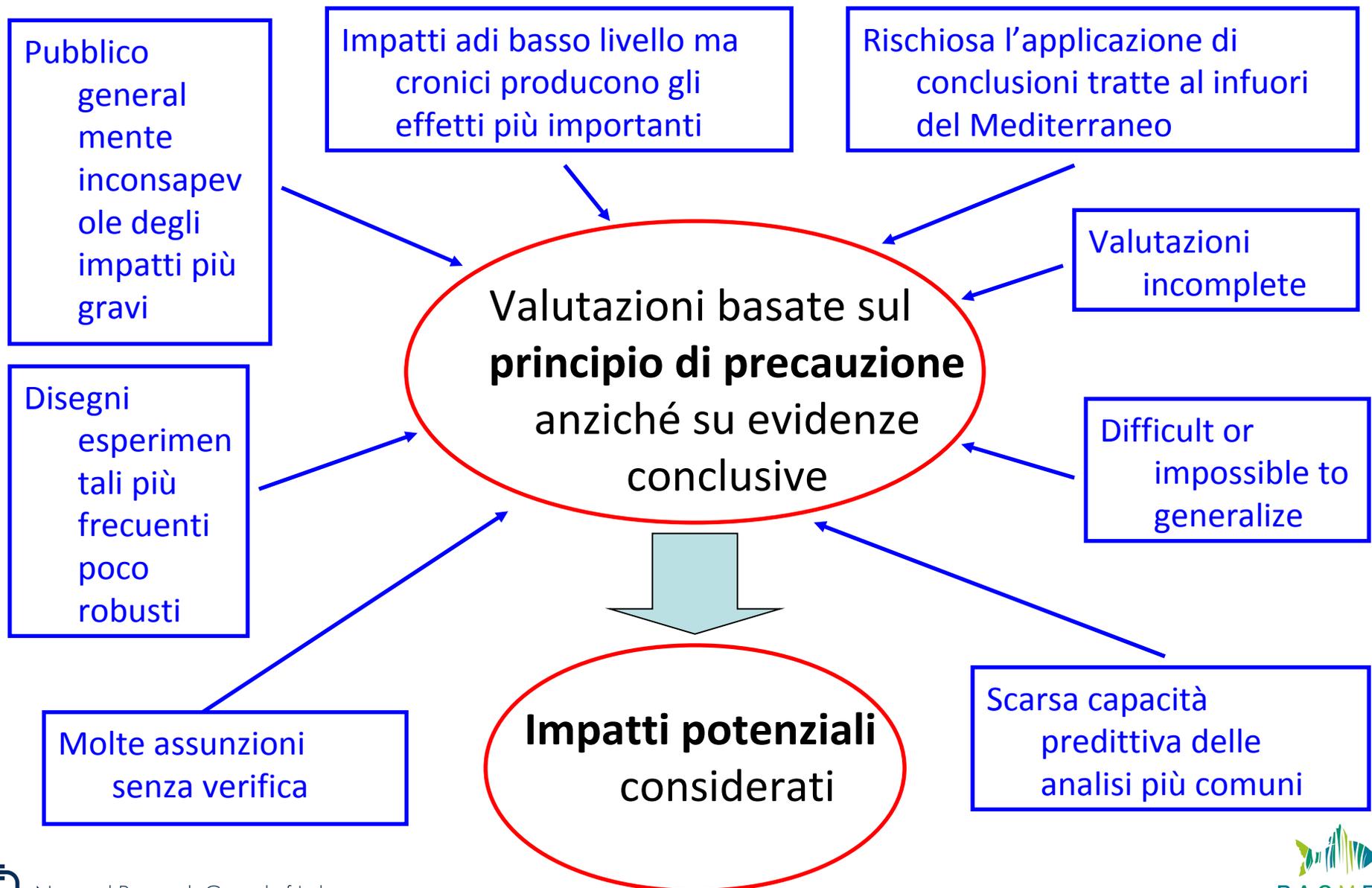
3. Biological

3.1 Effect size is biologically relevant and statistically detectable (power analysis)

3.2 Response vars are representative of the current state and hence reflects change

3.3 Univariate resp vars represent the behaviour of the whole system

Logica e limitazioni della valutazione d'impatto ambientale



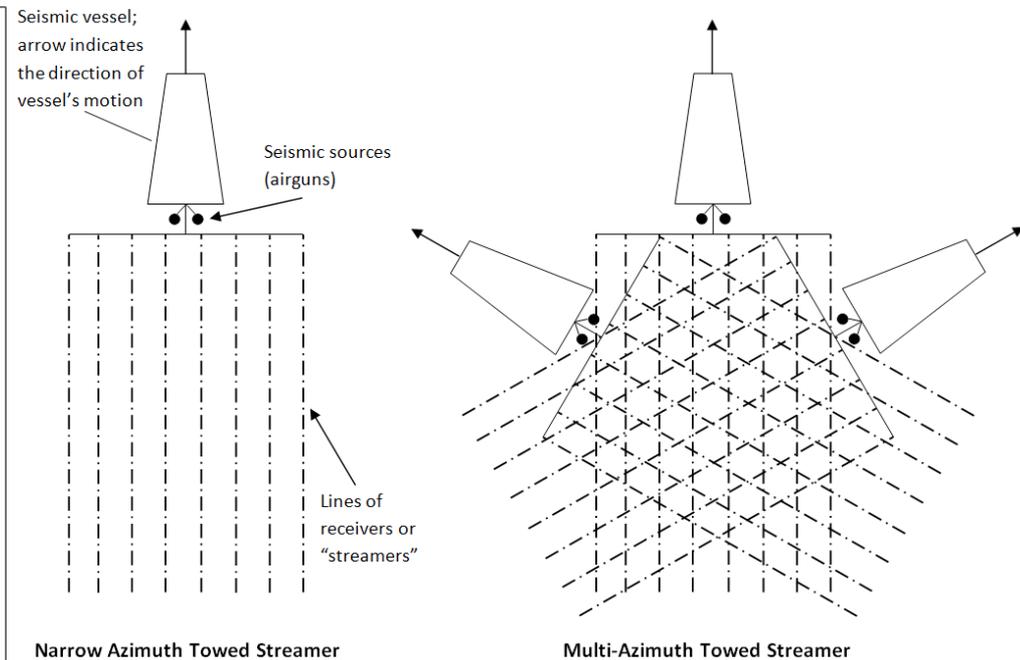
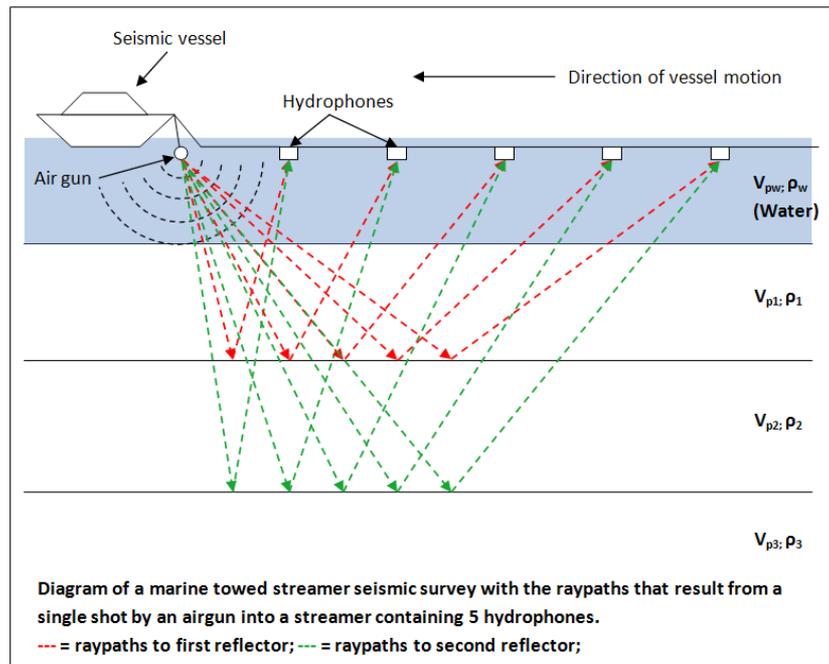
Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

- Fasi dello sfruttamento del gas e del petrolio off-shore
 - Esplorazione (ricerca)
 - Metodi sismologici
 - Metodi elettromagnetici
 - Estrazione (coltivazione)
 - Posizionamento delle strutture
 - Fluidi, residui e fanghi della perforazione
 - Acque di formazione e produzione
 - Maree nere
 - Agenti di controllo delle maree nere
 - Trasporto
 - Condotte
 - Abbandono (decomissionamento)
 - Affondamento delle strutture
- Dimensioni degli impatti associati
 - Ecologico
 - Economico
 - Sociale

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Esplorazione (ricerca)

Metodi sismologici: Riflessione sismica



Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Esplorazione (ricerca)

Quali? Anche i sonar militari della NATO hanno un alto impatto ambientale

Il principio di precauzione deve prevalere sulla evidenza dimostrativa per impatti soggetti ad alta incertezza ma potenzialmente gravi

Quali? I geologi spesso comparano i terremoti con i metodi sismici per concludere l'irrelevanza dei secondi (fracking)

"The sound produced during seismic surveys is comparable in magnitude to many naturally occurring and other man-made sound sources. Furthermore, the specific characteristics of seismic sounds and the operational procedures employed during seismic surveys are such that the resulting risks to marine mammals are expected to be exceptionally low. In fact, three decades of world-wide seismic surveying activity and a variety of research projects have shown no evidence which would suggest that sound from E&P seismic activities has resulted in any physical or auditory injury to any marine mammal species."

Scientific Surveys and Marine Mammals - Joint OGP/IAGC Position Paper, December 2008
(<http://www.ogp.org.uk/pubs/358.pdf>)

Scarsa capacità predittiva della grande maggioranza dei programmi di ricerca

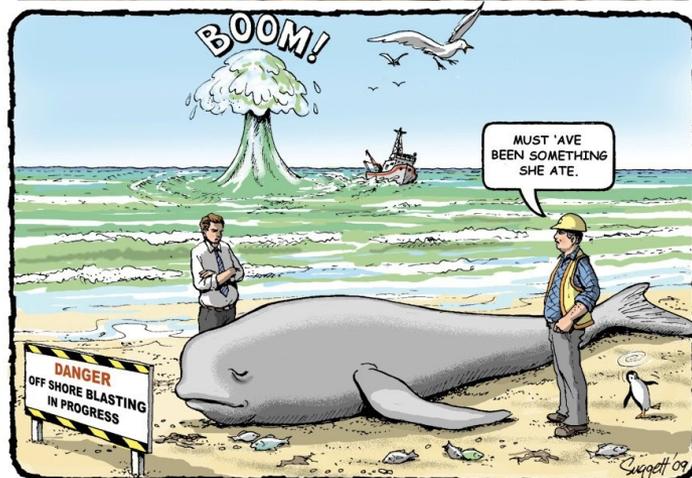
Quale impatto sul restante milione e mezzo di specie marine? Quale impatto sulle comunità e sugli ecosistemi? Quale impatto sulle persone?

Questo è riferito a effetti acuti di un solo tipo di impatto di tipo "pulse". Non si conoscono molti altri, specialmente quelli cronici che si suppongono più gravi

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Esplorazione (ricerca)

Metodi elettromagnetici: Sorgente elettromagnetica controllata (CSEM)



- **Ecologici:** Modifiche del comportamento alimentare, migratorio e di nursery in mammiferi; morte o fuga in mammiferi, alcuni pesci, tartarughe e calamari.
- **Economici:** Sustrazione temporanea di fondali per la pesca, riduzione degli stock, alterazione della distribuzione e del comportamento degli stock
- **Sociale:** Distribuzione di informazione parziale e incompleta, utilizzo illegittimo del prestigio scientifico in materie al di là delle proprie competenze

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Esplorazione (ricerca)

Metodi elettromagnetici: Sorgente elettromagnetica controllata (CSEM)

- ★ Lo CSEM è un tipo di misurazione Magneto-Tellurica (MT)
- ★ Le misure MT hanno basso impatto perché misurano i campi elettromagnetici naturali

MA...

- ★ Le misure MT sono molto sensibili al “rumore culturale” prodotto dai cavi di telecomunicazioni e di reti elettriche sottomarine
- ★ Per solucionar il problema, lo CSEM posa un proprio cavo di circa 2 chilometri che viene messo in tensione controllatamente
- ★ La tecnologia CSEM è strategica per la localizzazione di depositi di gas e di petrolio contenuti nelle rocce porose (anziché in borse) e non si conoscono le specifiche tecniche degli strumenti

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Esplorazione (ricerca)

Metodi elettromagnetici: Sorgente elettromagnetica controllata (CSEM)

- Ecologici: **Disorientamento**, alterazioni del **comportamento** alimentare e migratorio di specie sensibili come mammiferi, pesci elasmobranchi, tartarughe e crostacei decapodi. Nonostante, è sospetto che la sensibilità elettromagnetica sia molto diffusa fra le specie migratorie
- Economici: La tecnologia CSEM permette l'identificazione di giacimenti di gas e petrolio "non convenzionali" che sono oggetto di enormi interessi **geopolitici** nelle regioni dove abbondano. Il mare Mediterraneo è ricco di questi giacimenti
- Social: La comparsa di stakeholders estremamente potenti come l'industrie del petrolio in delle società senza una robusta struttura di gestione e di governance, come quelle mediterranee, tende a promuovere una **gestione illegittima** nonché **corruzione**

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Posizionamento delle strutture

- ★ Le strutture off-shore rappresentano isole di larga durata che offrono substrati duri superficiali che sarebbero altrimenti mancanti
- ★ L'ambiente è stabile entro la variabilità naturale del posto
- ★ Le strutture in un'area sono servite dalle stesse navi di supporto
- ★ Perciò, le strutture fungono da nodi in una rete di rotte di navigazione che servono come vettori di trasporto per specie bentoniche e nekto-bentoniche
- ★ Le strutture pure concentrano pesci pelagici attorno (effetto FAD)

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Extraction (cultivation)

Deployment of facilities

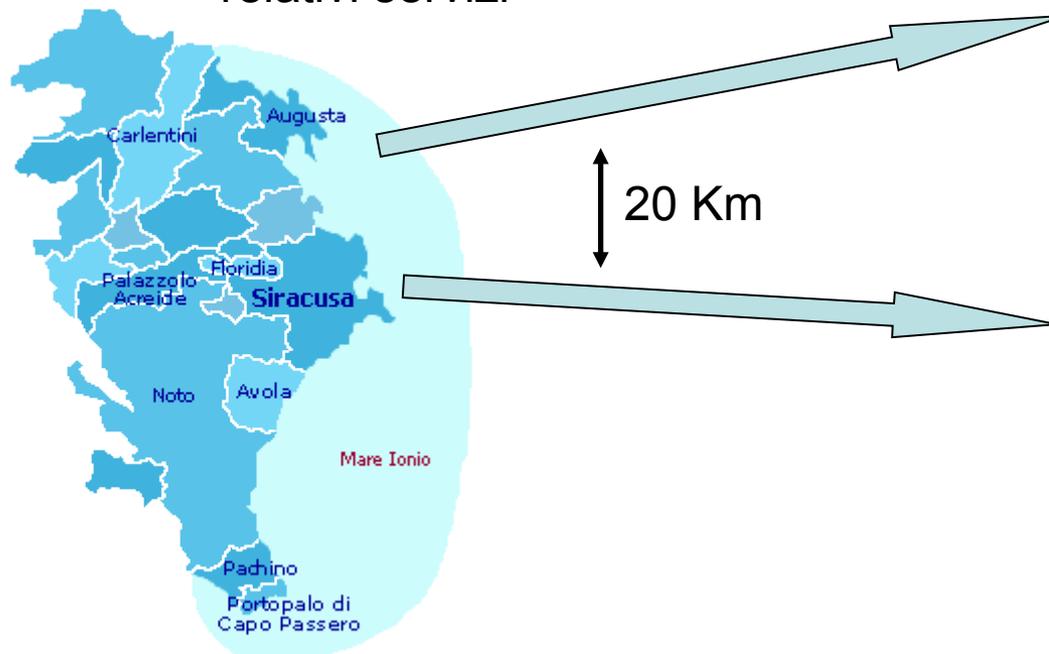
- **Ecologici:** Le infrastrutture agiscono come isole che facilitano l'espansione di **specie invasive esotiche**. Le infrastrutture rappresentano riserve mentre che le navi in servizio sono vettori di trasporto. Le infrastrutture di appoggio e servizio a terra generano ulteriori **impatti sui sistemi costieri**. La **mortalità da pesca** di alcuni pesci pelagici aumenta perché si concentrano in aree ristrette facilmente localizzabili. Il posizionamento sul fondo causa la **rimozione e l'alterazione delle comunità bentoniche** per via dello scavo, deposizione di condotte e costruzione delle strutture di supporto. Il funzionamento delle piattaforme produce **contaminazione** da rifiuti, combustione di gas e versamento di acque di formazione e produzione
- **Economici:** Le piattaforme modificano le **rotte di navigazione** previamente stabilite, che normalmente diventano più lunghe. Il **traffico marittimo** si intensifica e i **fondali da pesca** diminuiscono. Le **infrastrutture portuali** necessita di ampliamenti e le **industrie** e i **servizi** associati vengono stimolati. Le **royalties** vengono versate ai governi nazionali e regionali

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Extraction (cultivation)

Deployment of facilities

➤ Sociale: Il modello di sviluppo passa da essere vocato al turismo e ai servizi a essere basato sull'industria pesante e relativi servizi



Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Fluidi, residui e fanghi della perforazione

- ★ Usati per la rimozione dei residui del taglio, controllo della pressione, mantenimento dell'integrità del pozzo, raffreddamento e lubrificazione della trivella
- ★ Composti da una miscela variabile di composti fissi: lignosulfonati, amido modificato, soltex, XC-polymer, Mor.rex, cellulosa carbossi metilata (CMC), cellulose poli anionica (PAC), **detersivo** e **anti-schiuma**
- ★ Possono avere base acquosa, oleosa o sintetica (estere). I più utilizzati sono a base **acquosa**. Le basi **oleose** e **sintetiche** sono tuttavia impiegate quando richiesto da condizioni particolari
- ★ Ci sono alcuni pochi dati sulla **tossicità acuta** per alcuni organismi bentonici, non ci sono dati relativi a **effetti cronici**
- ★ L'**argilla in sospensione** rimane intrappolata nello strato acquoso a contatto col benthos (benthic boundary layer, BBY) per lunghi periodi di tempo, con estensioni che possono essere chilometriche

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Fluidi, residui e fanghi della perforazione

- **Ecologici:** I detersivi e gli inibitori di schiuma sono i componenti più tossici nei fluidi. Ci sono prove della loro tossicità acuta per alcune specie bentoniche, che vanno dalla **modifica del comportamento**, a quella delle **funzioni vitali** e la **morte**. L'estensione varia da pochi metri a chilometri. Gli **effetti cronici** sono sconosciuti e potenzialmente sostanziali. L'argilla in sospensione produce **soffocamento** delle comunità bentoniche **blocco** delle branchie di molti organismi. Perciò può cambiare il **comportamento** degli organismi mobili, così come la **composizione** e la **struttura** delle comunità bentoniche. L'argilla in sospensione può estendersi su grande aree per molto tempo in condizione oceanografiche adatte. Una maggiore **contaminazione di filtratori e predatori di alto livello** può verificarsi per via della liberazione di metalli pesanti (notabilmente il mercurio per il Mediterraneo) e composti organici policlorati dai sedimenti e ulteriore ingresso nelle reti trofiche

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Fluidi, residui e fanghi della perforazione

- Economici: La redistribuzione del pescato in risposta alla tossicità o il soffocamento può risultare nella **perdita temporanea di fondali per la pesca**. Se l'impatto avviene sui fondi di riproduzione o di nursery il reclutamento può fallire. I prodotti della pesca contaminati perdono **valore di mercato** e il turismo è **disincentivato**
- Sociale: Il livello "naturale" di metalli pesanti e possibilmente di idrocarburi poli-clorinati è alto nei sedimenti Mediterranei, particolarmente in certe località. Non esiste al momento alcuna informazione sul potenziale di liberazione di contaminanti dai sedimenti per effetto delle trivellazioni. I **rischi per la salute** sono largamente sconosciuti e potenzialmente sostanziali

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Produced formation waters

- ★ L'acqua oleosa versata dalle piattaforme dopo la separazione dell'olio, sia quelle naturalmente presenti nel giacimento che quelle iniettate nello stesso per forzare la fuoriscita dell'olio, contengono idrocarburi leggeri, metalli pesanti, salamoie e altri prodotti. Quest'acqua può anche essere radiattiva
- ★ Gli idrocarburi presenti sono principalmente ciclici (alifatici, aromatici composti polari) così come prodotti chimici aggiunti
- ★ Grande variazione nelle loro proporzioni tra singole piattaforme

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Produced formation waters

- **Ecologici:** La tossicità acuta è variabile per gli organismi bentonici. L'impatto immediato è generalmente **basso** e di poca estensione. Gli effetti cronici sono potenzialmente maggiori e includono alterazione della **composizione, comportamento e fisiologia** della comunità bentonica, così come riduzione della **crescita** e della **fecondità**. Le fasi **larvali** sono più sensibili degli adulti. I metalli pesanti possono eventualmente entrare nelle reti trofiche ed **accumularsi** in filtratori e predatori di alto livello
- **Economici:** Diminuzione del valore economico dei prodotti della pesca sul mercato. Diminuzione del reclutamento
- **Sociali:** Ridotta sostenibilità dell'attività di pesca. Disincentivo per lo sviluppo basato sul turismo e la produzione ittica (pesca o acquacoltura)

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Fughe (petrolio)

- ★ Le piccole fuoriuscite da piattaforme, oleodotti e navi sono di gran lunga la sorgente principale di contaminazione per idrocarburi in mare
- ★ Le maree nere contribuiscono minimamente alla contaminazione da idrocarburi in mare a livello globale, anche se l'incidenza locale può essere alta particolarmente sulle coste
- Ecologici: Tossicità acuta delle frazioni leggere per molti organismi pelagici e bentonici, da micro a mega organismi, ma locale e di corta durata. Soffocamento prodotto dalle frazioni più pesanti, particolarmente per organismi sessili
- Economici: La pesca viene temporalmente chiusa nell'area oppure il valore di mercato dei prodotti cala. Turismo non viabile nel breve e medio termine
- Sociali: Lo sviluppo locale basato nello sfruttamento della fascia costiera e severamente depresso nel breve e medio termine

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Estrazione (coltivazione)

Agenti di controllo delle maree nere

- ★ Sono dispersanti, surfattanti e detersivi di proprietà delle compagnie e perciò si sa poco delle loro caratteristiche e relativi impatti
- Ecologici: Gli impatti sono molto maggiori di quelli prodotti dallo stesso olio. Producono **morte** di piccoli organismi per alterazione della funzionalità delle membrane. Gli organismi più grandi soffrono disfunzioni fisiologiche per lo stesso motivo. **Shock osmotici** e **termici** sono stati registrati
- Economici: Poiché qualche agente di controllo è sempre applicato per accelerare la scomparsa dell'olio dai media, viene spesso presentato come **investimento** per il contrasto del problema e ripristino delle condizioni ambientali. I **danni** associati allo sfruttamento delle risorse naturali sono aggravati
- Sociali: Distribuzione di **informazione parziale** per abbassare la percezione del pubblico sul problema

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Trasporto

Gasodotti e oliodotti

- ★ Vicini a capi e infrastrutture, che sono già soggette a traffico intenso. Perciò in acque costiere vanno protetti all'interno di canali scavati e poi coperti
- Ecologici: **Alterazione fisica** del fondale. Nello scavo e posizionamento di supporti, le comunità locali vanno **rimosse, deteriorate e fragmentate** (notevolmente fanerogame costiere). Impatti associati alla ri-sospensione dei sedimenti, come l'incremento della torbidità e la liberazione di contaminanti e nutrienti, persistenti per mesi su vaste aree
- Economici: Gli stock possono subire perdite di aree costiere di **riproduzione e nursery**. Riduzione dei fondali da **pesca**. Limitazioni per la navigazione, particolarmente **ancoraggio**. Diritti di passaggio (**royalties**) versati a governi nazionale e locali
- Sociali: Rischio ridotto di gravi incidenti come **incendi ed esplosioni**. **Perdita** di aree potenzialmente utilizzabili per altri usi



Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Abbandono (decommissionamento)

Rimozione delle infrastrutture

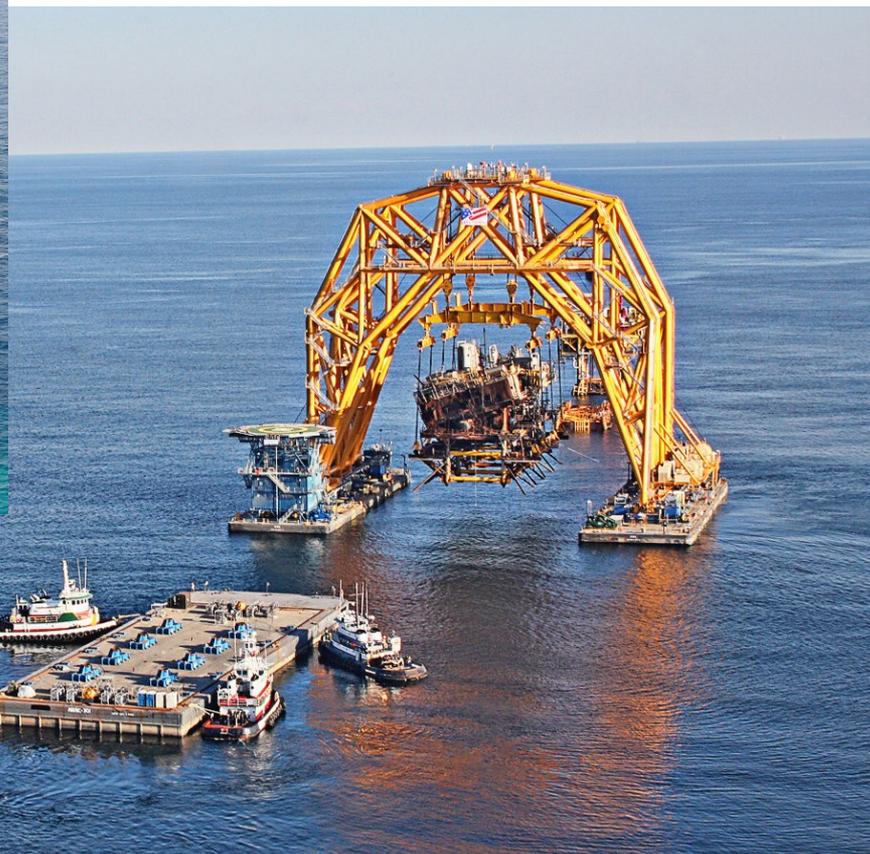
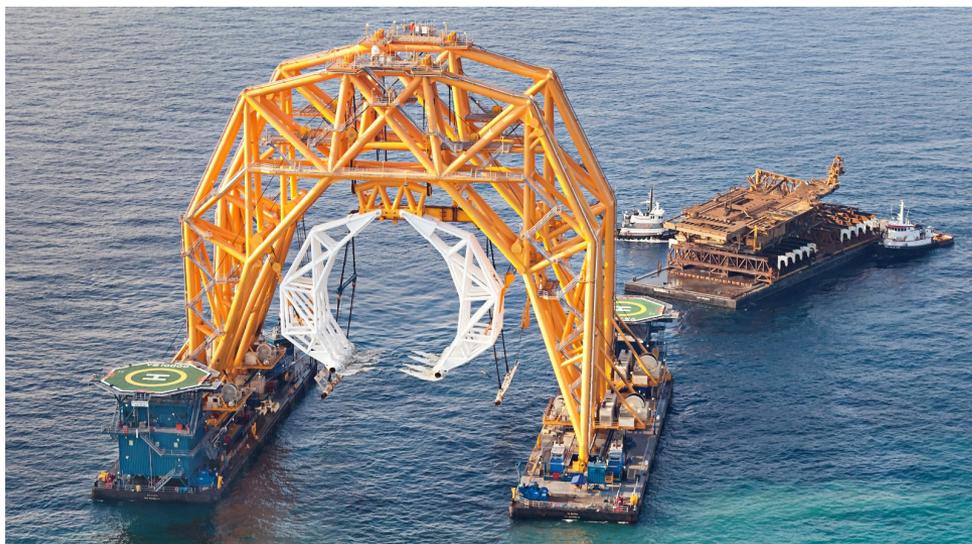
★ La rimozione delle infrastrutture richiede mezzi pesanti e l'uso di esplosivi

- Ecologici: Le onde meccaniche degli esplosivi hanno effetti intensi a breve termine come morte in **pesci**, l'alterazione del **comportamento** in grandi organismi mobili. L'uso di macchinari pesanti produce **turbazione** e **re-sospensione** dei sedimenti, incremento della torbidità, versamento di contaminanti dai mezzi e liberazione dai sedimenti, etc...
- Economici: Temporanea **contrazione** dei fondali da pesca. Cambiamenti nella **distribuzione** degli stock locali
- Sociali: **Occupazione** temporale di una porzione del territorio marittimo che viene **sottratta** a qualunque altra attività (cantiere)

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Abbandono (decommissionamento)

Rimozione delle infrastrutture



Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Abbandono (decommissionamento)

Rimozione delle infrastrutture

- ★ Dove permesso dalle leggi nazionali, le infrastrutture abbandonate vanno affondate perché molto più economico che smontarle, e pubblicizabile:

“In the past six decades, fifty thousand oil wells have been constructed in the Gulf of Mexico. These oil rigs have become an oasis for the ocean life that have made the rigs their home. Close to twenty four thousand of these oil rigs are no longer in use and the government has required that they be removed. The artificial reefs that have been developed over the years because of the oil rigs are now facing extermination. Minimal efforts are being taken to preserve these artificial reefs” (<http://www.abandonedoilrigs.com/>)

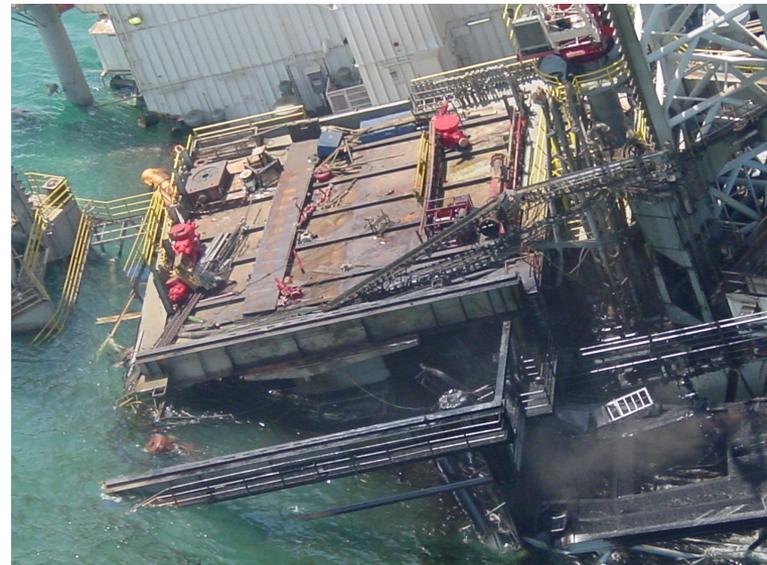
- Ecologici: Liberazione di composti tossici come olii e metalli pesanti risultanti dalla corrosione e dalle pitture anti-fouling. La tossicità al mare di queste sostanze è sconosciuta. Le strutture affondate agiscono come isole di fondali duri che facilitano l'espansione di specie esotiche invasive e concentrano pesci nekto-bentonici, incrementando la loro mortalità da pesca e riducendo la loro crescita attraverso meccanismi densità-dipendenti

Alcuni pochi impatti conosciuti e diversi altri possibili

Abbandono (decommissionamento)

Rimozione delle infrastrutture

- Economici: Le infrastrutture abbandonate **costringono** lo sviluppo di ulteriori attività economiche nella zona (es. pesca di fondo)
- Sociali: La porzione del territorio previamente occupata dalle infrastrutture rimane **sottratta** per altri usi futuri dell'area



Conclusioni

- Gli effetti più gravi dell'impatto delle piattaforme off-shore di gas e petrolio sono dovuti a impatti pressanti e cronici a bassa intensità. Questi effetti cronici sono largamente sconosciuti
- L'impatto cumulativo da diverse sorgenti sovrapposte e il loro effetto sono sconosciuti
- Gli effetti degli impatti a livello di individuo sono stati studiati in casi isolati. A livello di popolazione e comunità sono raramente studiati. A livello di ecosistema e paesaggio sono completamente sconosciuti
- Gli effetti che si verificano dopo un intervallo di tempo (es. disfunzione endocrina, riproduzione fallimentare, incidenza delle malattie, perdita di servizi ecosistemici, invasione di specie esotiche, ecc...) sono completamente sconosciuti
- I depositi di gas e petrolio costituiscono delle riserve preziose ma la loro gestione è opaca. La consultazione pubblica dei dati, trasparenza nel processo di presa di decisioni, il coinvolgimento degli stakeholders locali, una maggiore ispezione e applicazione delle leggi e trattati vigenti aiuterebbero a legittimare queste attività



Grazie della cortese attenzione!