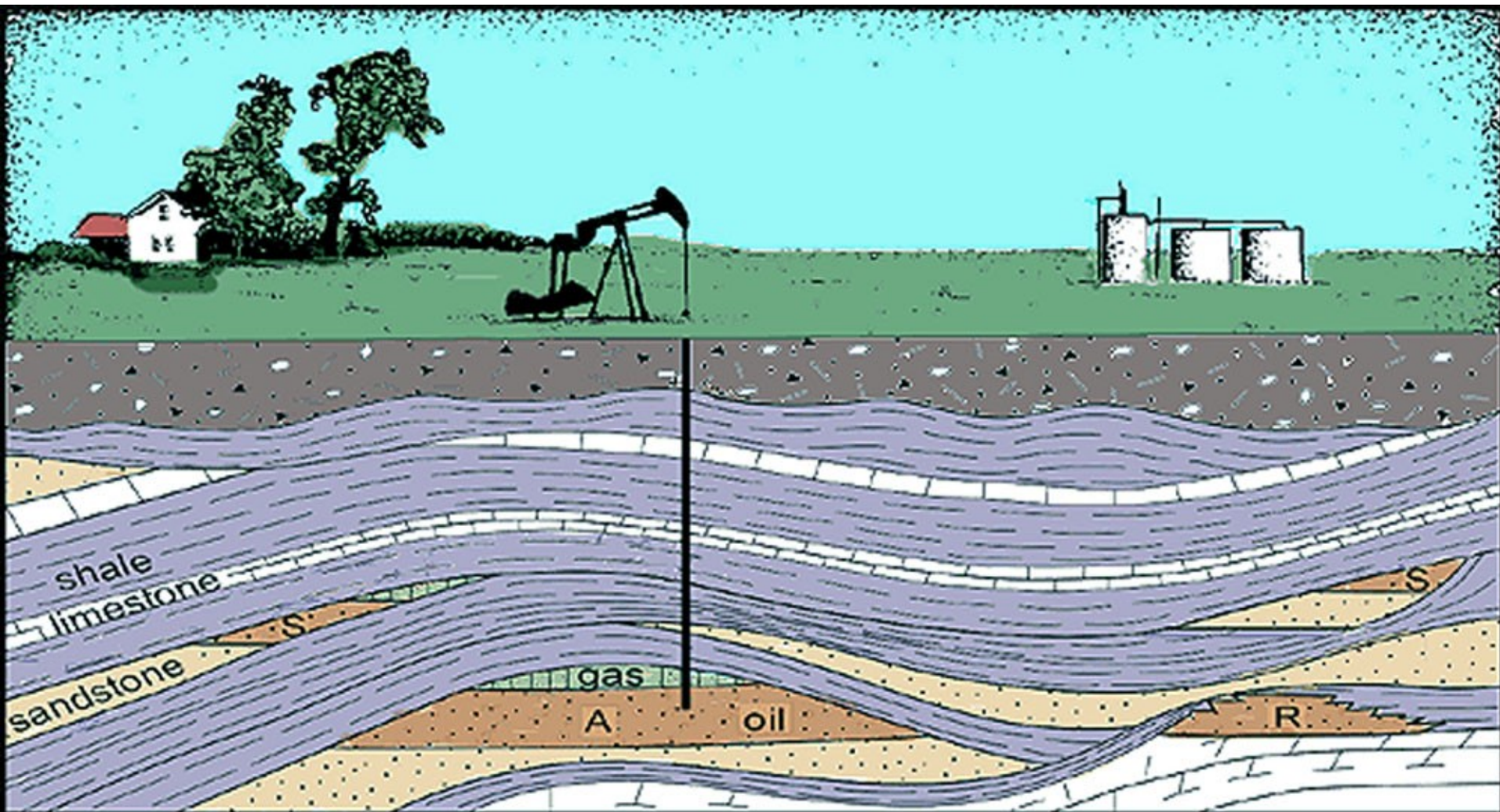




**Giuseppe Gisotti**

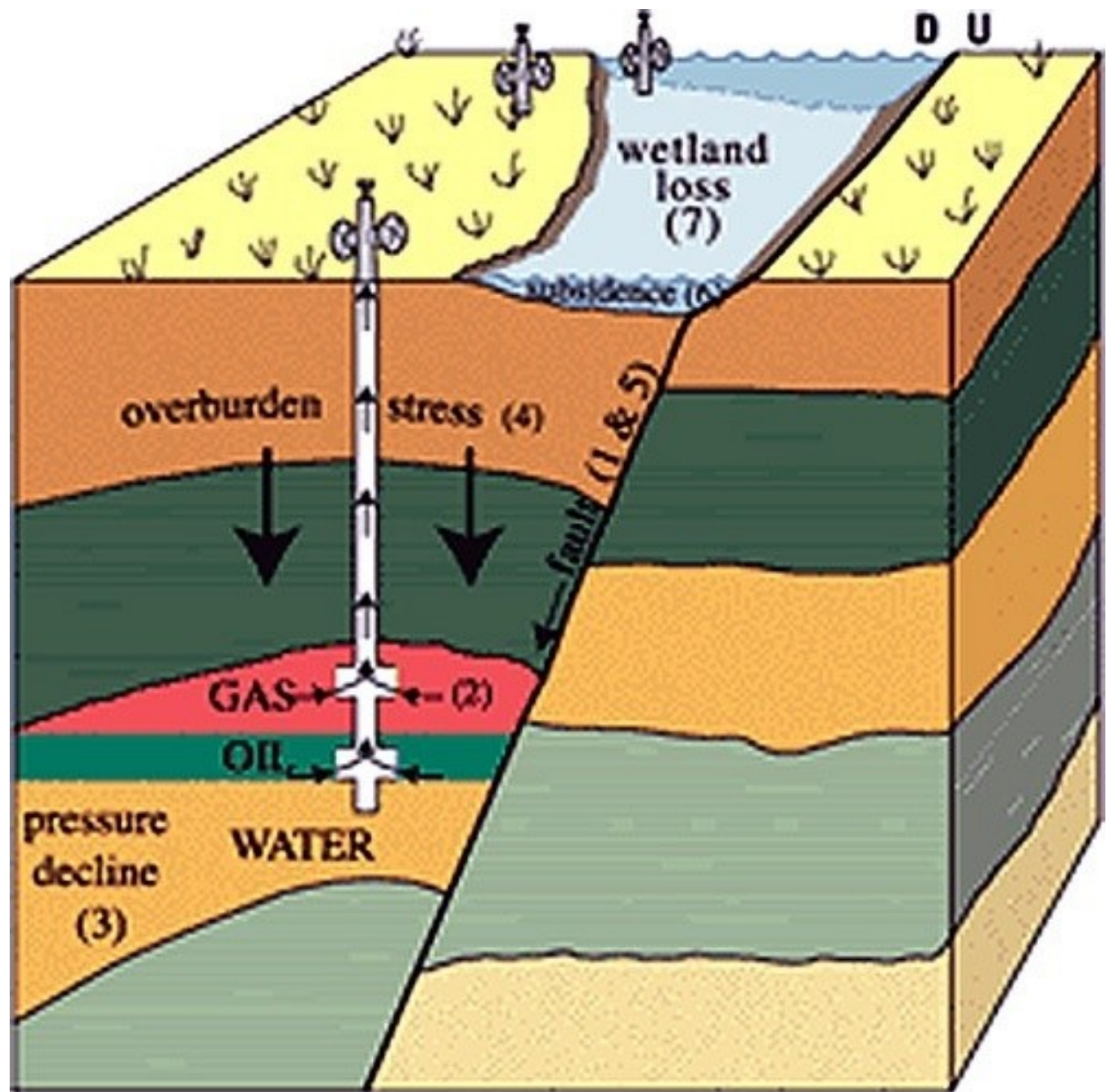
**ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI  
EFFETTI AMBIENTALI DELLA  
ESTRAZIONE DEGLI IDROCARBURI**

**Seminario, Roma, 27 febbraio 2016**


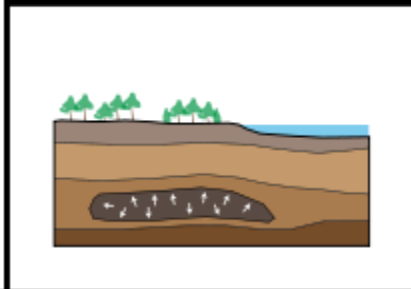
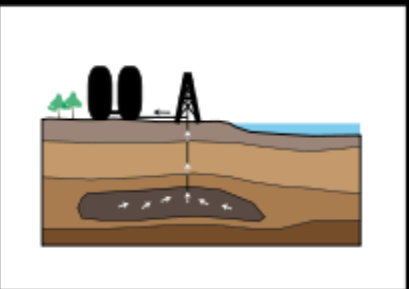
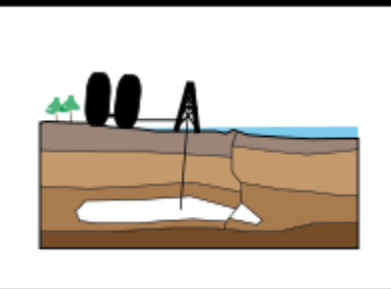

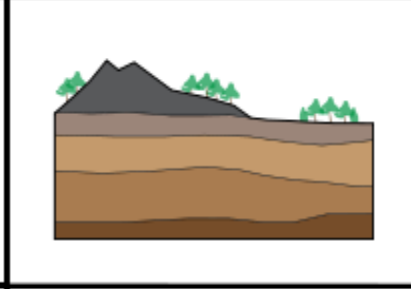
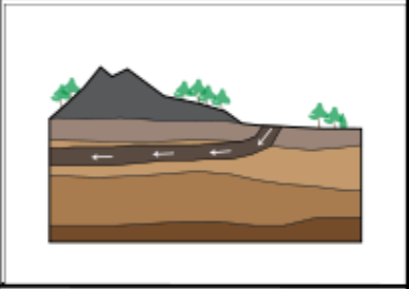
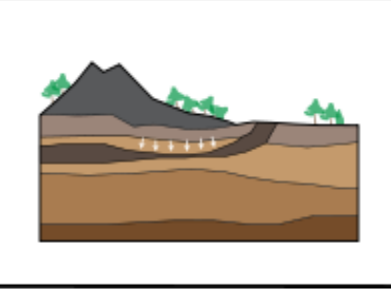

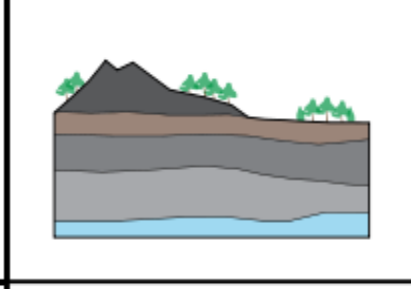
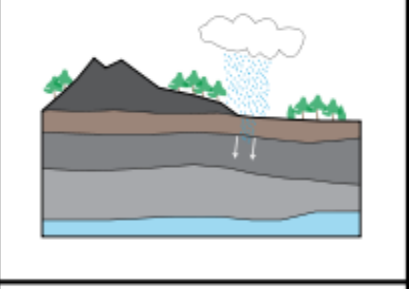
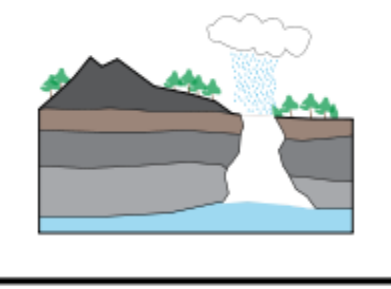

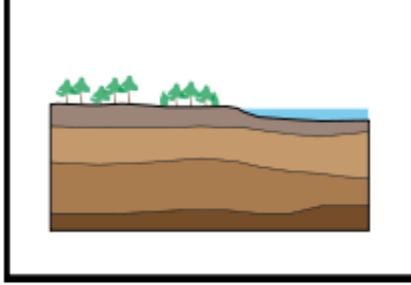
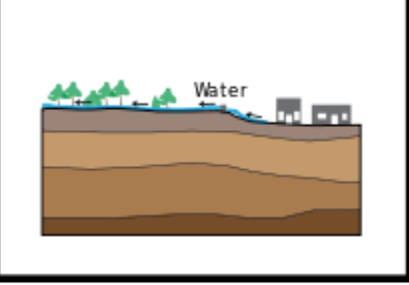
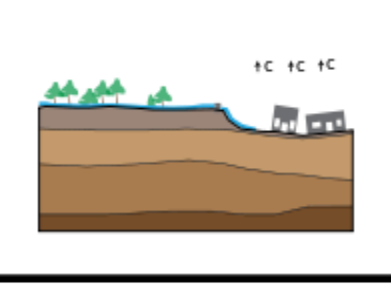


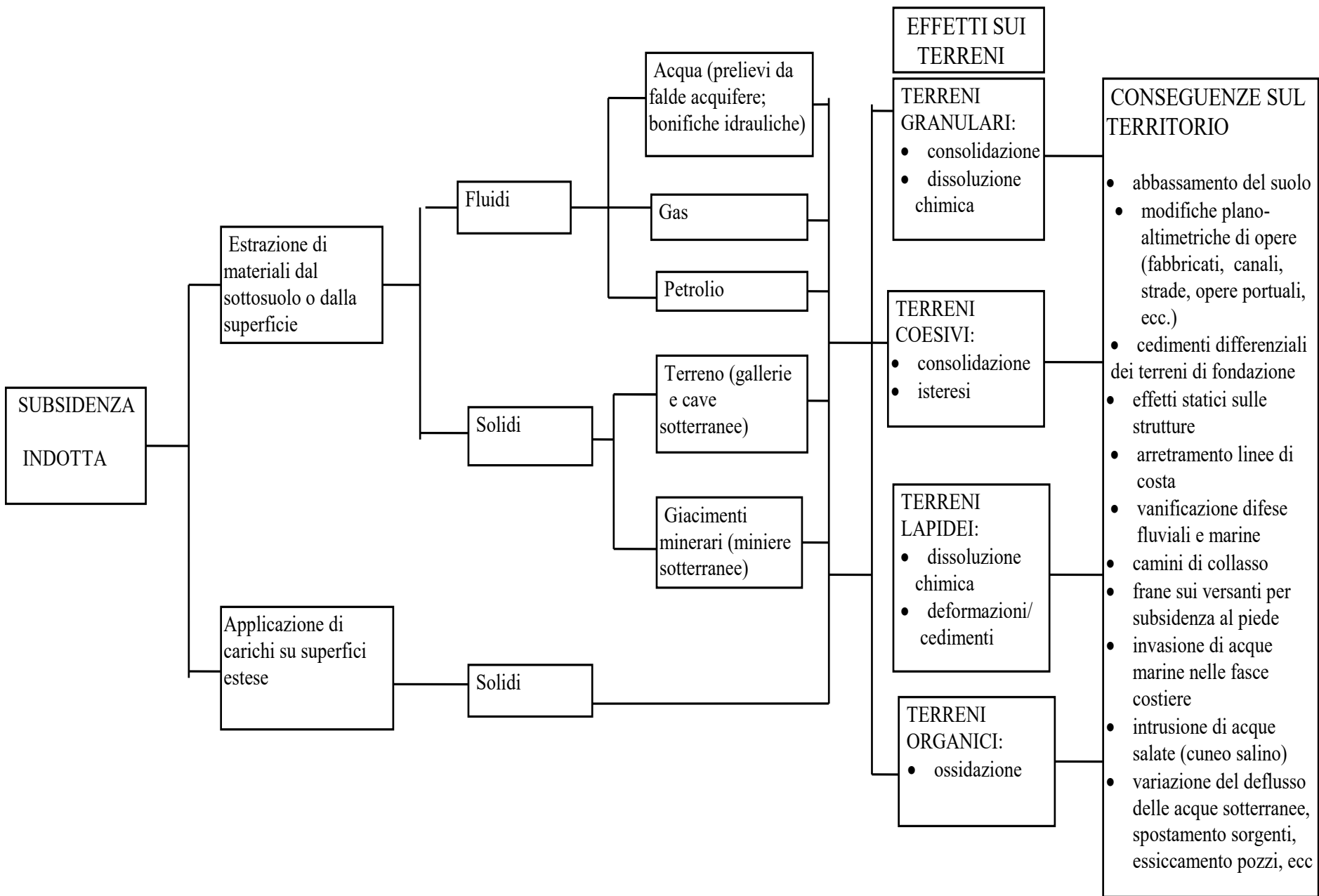
Petrolio e gas –metano si trovano in *rocce-serbatoio* porose o fessurate (sabbie, arenarie, calcari), a profondità variabili: i primi giacimenti (materiale sotto forma di bitume) furono sfruttati nella Mesopotamia, forse dai Sumeri e poi dai Persiani; erano a modesta profondità. Oggi si estraggono anche ad alcune migliaia di metri di profondità (ad es. in Libia)

Uno degli effetti della estrazione di petrolio e gas = depressurizzazione (riduzione della pressione nei pori della roccia serbatoio) >> riduzione di volume della roccia = abbassamento del suolo = subsidenza



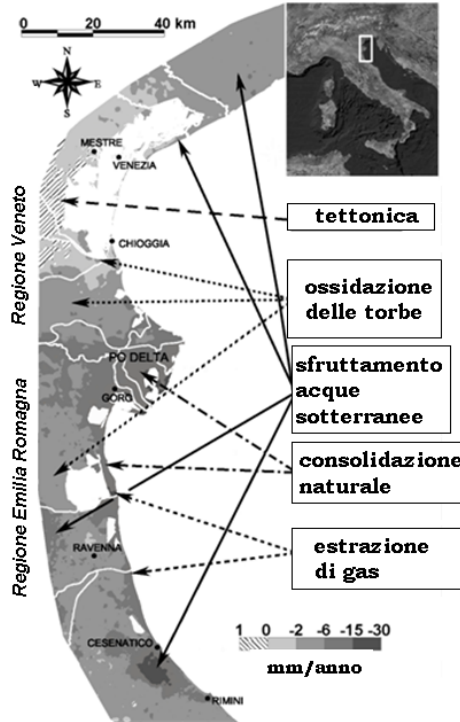
Effetti della estrazione di materiali solidi, liquidi e gas dal sottosuolo SUBSIDENZA

		Existing Condition	Disturbance	Effect of Disturbance
Oil / Natural Gas Extraction				
Mining				
Dissolution of Limestone				
Groundwater-Related				

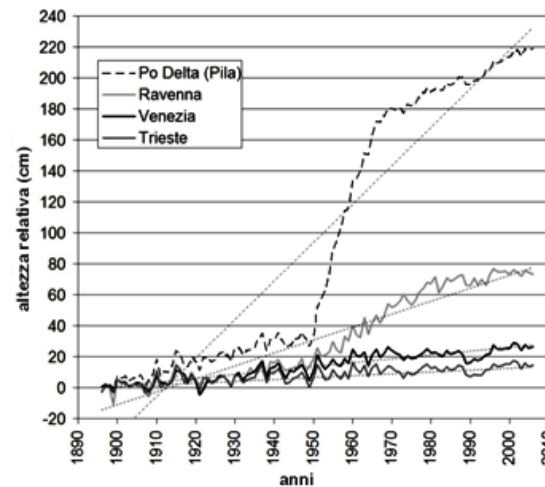


Pianura Padana:  
costipazione di  
limi e argille,  
subsidenza  
naturale 0,5 – 1  
mm/anno.

Subsidenza  
indotta nella  
fascia costiera: 5-  
10 mm/anno, con  
punte di 15-20  
mm/anno.

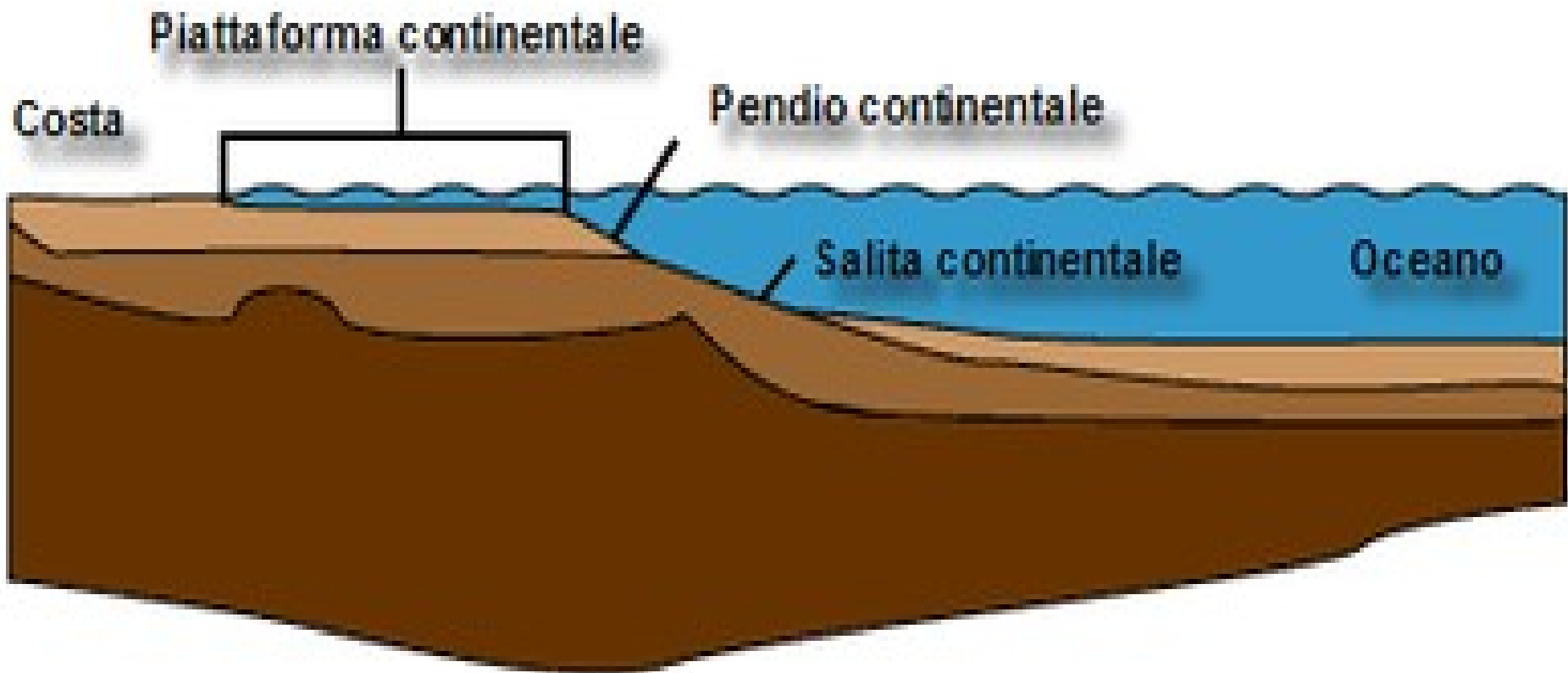


Entità della subsidenza 1992-2000 lungo la fascia costiera alto-adriatica e indicazione delle cause del processo ( da Bitelli et al., 2010 e Tosi et al., 2009)



Andamento del livello del mare a Trieste, Venezia, Delta Po e Ravenna dal 1897 al 2009 (da Carbognin et al, 2010a e 2011)

Cause ed entità della subsidenza nella fascia costiera adriatica: sia per fenomeni naturali (movimenti tettonici , ossidazione delle torbe, compattazione di materiali altamente compressibili della pianura alluvionale e costiera ) che per estrazione di acque sotterranee e idrocarburi. Non è facile distinguere le cause della subsidenza.



*La **Piattaforma Continentale** è la parte della crosta terrestre continentale che si trova sotto il livello del mare. Ha una lieve pendenza e **costituisce una estensione della adiacente piana costiera e quindi del continente**. E' separata dalle profondità oceaniche da una ripida "scarpata continentale". In genere la P.C. ha una profondità massima di 200 m. La sua larghezza varia molto, la massima è di circa 70 km. In linea di principio, quello che accade, dal punto di vista dei fenomeni collegati alla geologia, nella P. C., si ripercuote sulla fascia costiera (Ravenna).*

In questi ultimi tempi le autorizzazioni per ricerche di idrocarburi sono state indirizzate alla **P. C.** (vedi Isole Tremiti); recentemente è entrato agli onori della cronaca l'autorizzazione alle triv. entro le 12 miglia (circa 22 km) dalla costa: questa fascia corrisponde alla parte più vicina alla costa della P.C.

ALCUNI EFFETTI DELLA  
SUBSIDENZA NEL  
RAVENNATE (CAUSA:  
ESTRAZIONE DI ACQUA E  
GAS DAL SOTTOSUOLO)

CAUSA: Estrazione  
EFFETTI A CATENA:

Subsidenza >

arretramento della costa  
/spiaggia > deperimento

e moria di boschi

litoranei > danni

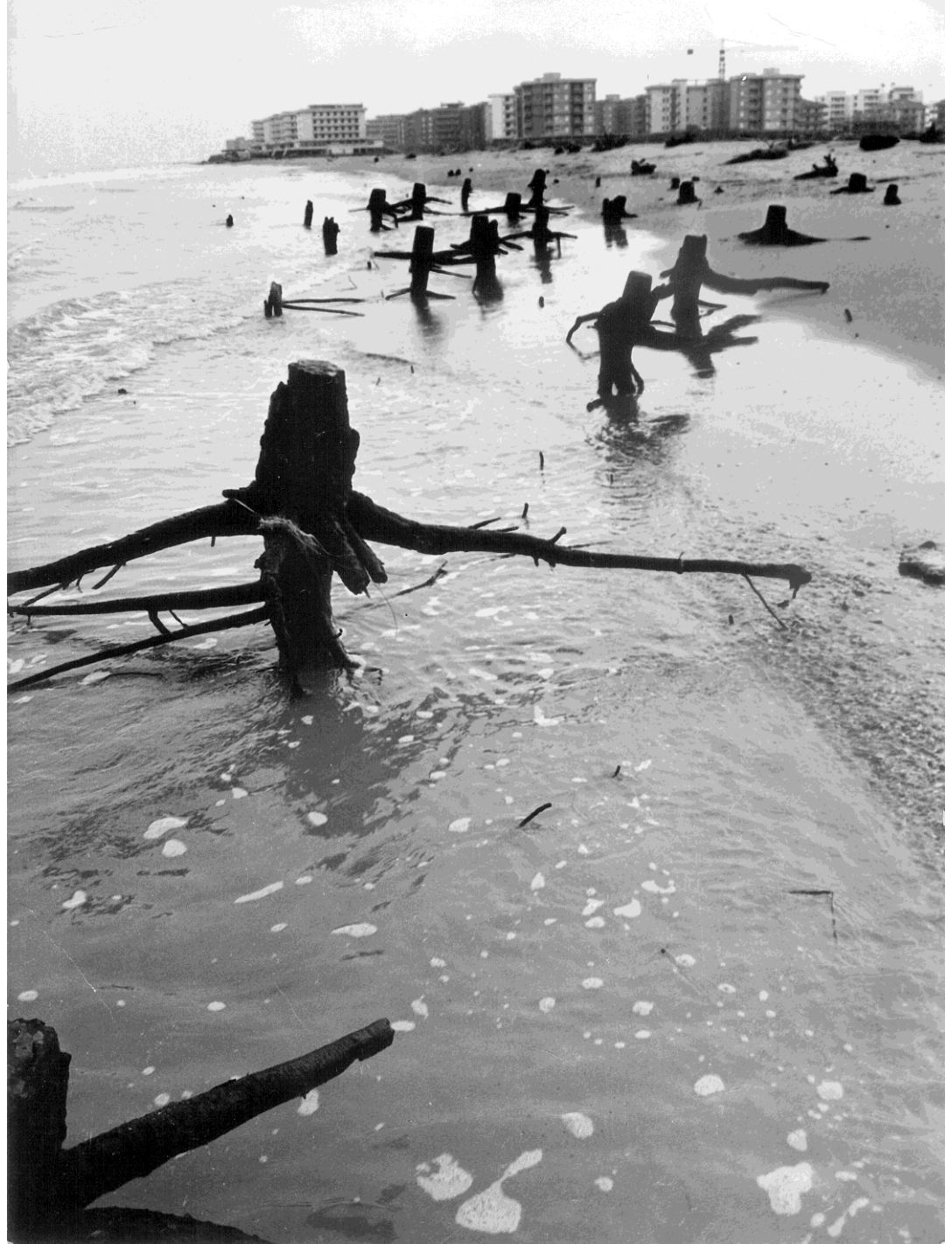
economici e sociali

(vedasi articolo G. Gisotti

– *La subsidenza a*

*Ravenna in*

[www.academia.edu](http://www.academia.edu))



ALCUNI  
EFFETTI  
DELLA  
SUBSIDENZA  
NEL  
RAVENNATE



Il livello dell'acqua nella cripta della Basilica di San Francesco a Ravenna (X secolo) dà una indicazione immediata della subsidenza indotta, peraltro iniziata nel Medio Evo a causa della elevata compressibilità dei materiali che costituiscono il terreno di fondazione della Basilica.

## *COLLEGAMENTO FRA SUBSIDENZA E TERREMOTI*

*“La subsidenza non interagisce con il fatto che si verificano i terremoti, se non in termini di microsismicità. La subsidenza, tuttavia, può essere uno dei fattori che nelle aree urbane incrementa la vulnerabilità degli edifici, poiché può causare il cedimento differenziale dei terreni di fondazione, e può quindi essere indirettamente il motivo del possibile incremento dei danni da terremoti”. Protezione Civile, Emilia Romagna*

*L'ipocentro del terremoto dell'Emilia Romagna si trovava a 10.000 metri di profondità.*

*Le attività di trivellazione in Emilia Romagna si attestano sui 1.000 m di profondità.*

## COLLEGAMENTI FRA ATTIVITA' PETROLIFERA E ACQUE SOTTERRANEE

Per arrivare ai giacimenti petroliferi le falde acquifere possono venire attraversate dalle trivellazioni (se gli acquiferi sono a profondità inferiori rispetto ai giacimenti). La perforazione dei **pozzi petroliferi** procede contemporaneamente **all'incamiciatura del foro con pareti di acciaio e cemento iniettato**, in modo da superare gli strati acquiferi ed evitare che i fluidi di trivellazione ed estrazione risalgano all'esterno dell'incamiciatura e si diffondano nelle rocce permeabili che possono costituire le pareti del pozzo e che contengono acque in movimento (falde), così degradandone la qualità.

Esistono, per l'attività di perforazione e le successive **attività estrattive**, regole internazionali e codici di buona pratica sanciti dalle diverse leggi nazionali e dall'OGP (*Oil and Gas Producers*), l'Associazione che riunisce i grandi produttori. Le regole esistono ed il loro aggiramento può nascere solo da incompetenza tecnica o da interesse commerciale riferito al parametro costo-tempo.

Le **irregolarità** operative e le omissioni di procedure pur codificate nel mondo sono, ad esempio: a) difetti di impermeabilizzazione dei pozzi, b) non corretto impiego dei fanghi di perforazione che contengono bentonite e aggiuntivamente barite ed ematite ed hanno la funzione di lubrificare il movimento di aste e scalpello rotary e di intonacare le pareti profonde del pozzo, c) fessurazioni nelle camicie dei pozzi e d) eventuali sversamenti da pozzi e invasi dovuti a fenomeni meteorologici avversi (Prof.ssa Colella, UNIBAS).

**I problemi sorgono per incapacità tecnica o perché volontariamente vengono ignorate le buone pratiche.**

## INQUINAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI (FIUMI, LAGHI, MARE, ecc.) E DEI SUOLI:

Appena estratto, il greggio è costituito da una miscela di idrocarburi e contiene acqua, gas disciolti, sali, zolfo e sostanze inerti come sabbia e metalli pesanti. Prima di essere immesso negli oleodotti, l'olio estratto deve subire una serie di *trattamenti*, quali il degasamento, la disidratazione, la desalificazione e la desolforazione. Questo trattamento (ossia una prima depurazione) avviene in un CENTRO OLI **nei pressi del sito di estrazione** (per motivi economici). Spesso il petrolio greggio è accomunato a grandi quantità di *acque di produzione*, cioè acque ("connate") che coesistono con il petrolio e il gas nel giacimento petrolifero. Sono grandi quantità di acqua, che a volte possono raggiungere rapporti acqua prodotta/petrolio anche superiori a 9, e queste acque reflue rappresentano la principale sostanza di scarto della trivellazione petrolifera. Hanno grandi costi di smaltimento, che può avvenire in superficie, in mare, sul deserto, oppure con reiniezione nello stesso giacimento di provenienza (Prof.ssa Colella, UNIBAS).

Durante queste operazioni può accadere che questi fluidi supercontaminati si disperdano nell'ambiente, andando a contaminare acque superficiali e suoli (terreni agricoli, ecc.). Di solito è questa fase della estrazione quella che provoca gli impatti ambientali maggiori.

Che fare dei rifiuti così ottenuti? Di solito avviene una **re-iniezione sotterranea dei materiali di scarto ad alta pressione**: questi materiali possono **inquinare le falde acquifere** (se il flusso avviene attraverso gli acquiferi) ma anche indirettamente se il flusso attraversa materiali permeabili in connessione idraulica con gli acquiferi.

Inoltre queste re-iniezioni possono alterare gli equilibri delle masse rocciose nel sottosuolo, in particolare nel caso questi squilibri interessino le faglie sismogenetiche: certo non si tratterebbe di terremoti di elevata intensità, ma di **microterremoti** a bassa energia (microsismicità), dato che le energie in gioco non sono confrontabili: infatti i terremoti sono originati nella crosta terrestre (profonda circa 70 km quella continentale e circa 10 quella oceanica) da energie notevolmente superiori a quelle messe in gioco dalle re-iniezioni dei predetti scarti, che andrebbero a interessare il sottosuolo fino ad una profondità di qualche km.

**EFFETTI**  
**ESTRAZIONE**  
**IDROCARBURI**  
L'estrazione di idrocarburi , come tutte le attività umane, oltre a provocare effetti più o meno a lungo termine (es. subsidenza) , può essere soggetta a incidenti: ad esempio esplosione dei pozzi di estrazione e quindi disastri ambientali

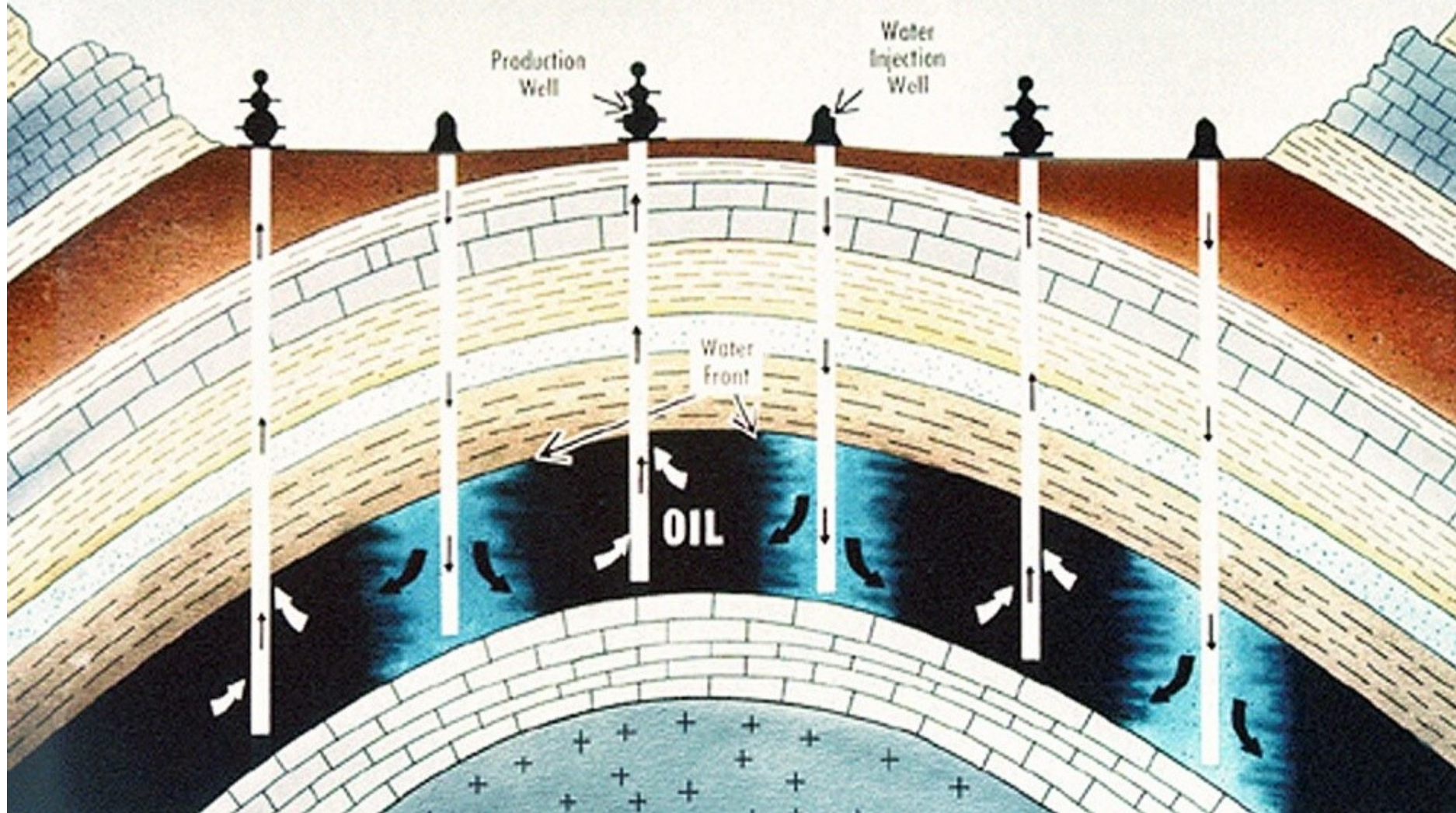


Il **disastro ambientale della piattaforma petrolifera [Deepwater Horizon](#)**, affiliata alla [British Petroleum](#), è stato uno sversamento massiccio di [petrolio](#) nelle acque del [Golfo del Messico](#) in seguito a un incidente riguardante il Pozzo Macondo, posto a oltre 1.500 m di profondità. Lo sversamento è iniziato il 20 aprile [2010](#) ed è terminato 106 giorni più tardi, il 4 agosto [2010](#), con milioni di barili di petrolio che hanno galleggiato sulle acque di fronte a [Louisiana](#), [Mississippi](#), [Alabama](#) e [Florida](#), oltre alla frazione più pesante del petrolio che ha formato ammassi chilometrici sul fondale marino.



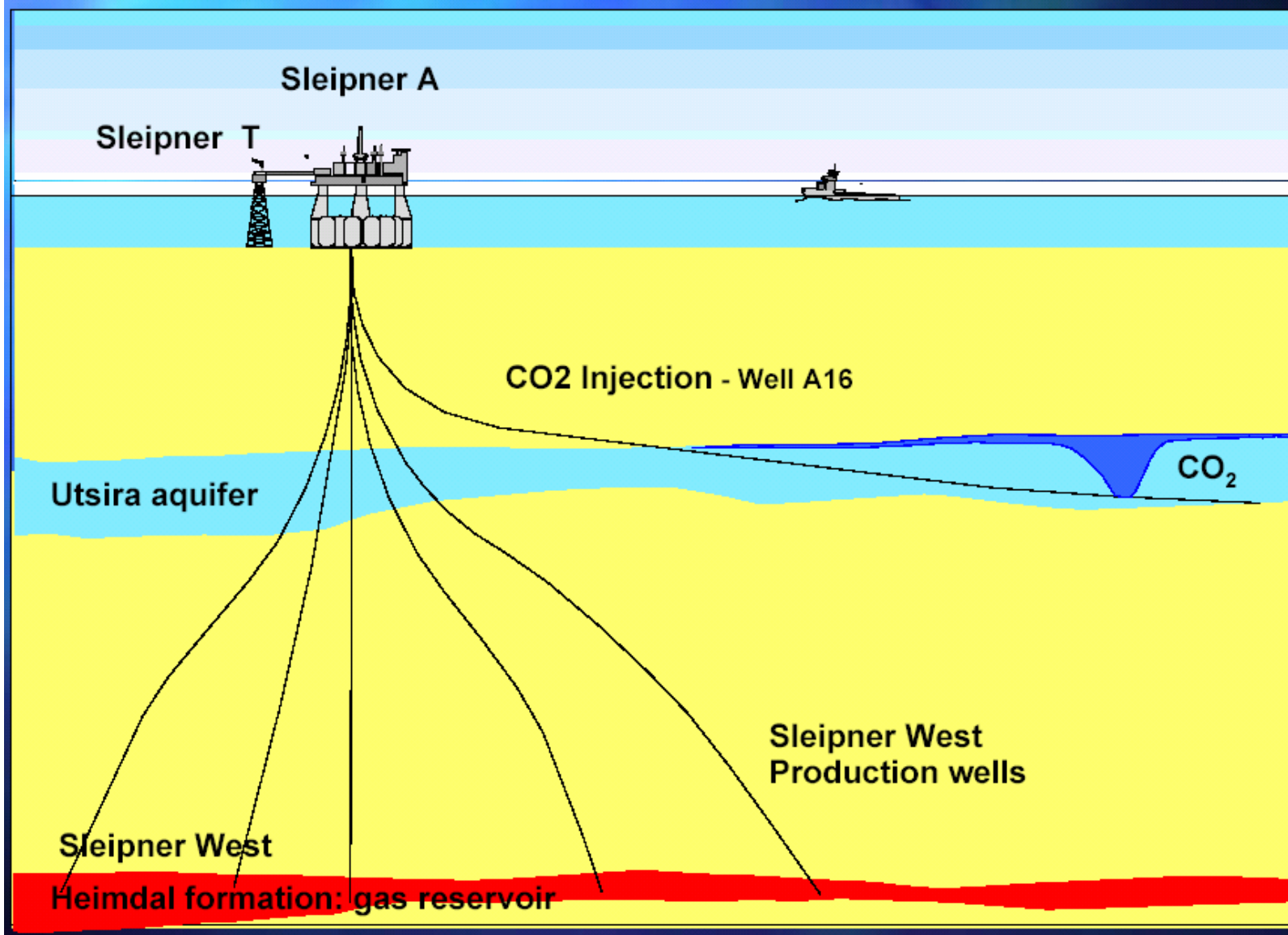
**Deepwater Horizon. Conseguenze ambientali su fauna e flora.** Le prime [specie](#) animali vittime del disastro sono state quelle di dimensioni più piccole e alla base della catena alimentare, come ad esempio il [plancton](#). Sono seguite le specie di dimensioni via via maggiori che sono state contaminate direttamente (dagli idrocarburi e dalle sostanze chimiche disperdenti) oppure indirettamente (per essersi alimentate di animali contaminati). Fra le specie coinvolte: numerose specie di [pesci](#), [tartarughe marine](#), [squali](#), [delfini](#) e [capodogli](#), [tonni](#), [granchi](#) e [gamberi](#), [ostriche](#), [menhaden](#), varie specie di [uccelli](#) delle rive, molte specie di [uccelli migratori](#), [pellicani](#) (vedi). Gli [agenti disperdenti](#) (sostanze chimiche utilizzate per disperdere gli idrocarburi in parti più piccole e per farli precipitare sul fondale del mare) hanno consentito di nascondere la marea nera della superficie; tuttavia tali sostanze non hanno ridotto la quantità di greggio ma l'hanno solo nascosta alla vista, ad oltre 1600 metri di profondità, dove continua ad esercitare i suoi effetti nefasti sulla [catena alimentare](#) a tutti i livelli, uomo compreso. Di grande importanza anche i timori che si concentrano sulle [specie già a rischio](#) per le quali l'[estinzione](#) potrebbe essere accelerata.

# WATER FLOODING



**RIMEDI PER EVITARE LA SUBSIDENZA** - Iniezione di acqua, allo scopo di evitare/ridurre la depressurizzazione del giacimento e quindi limitare la compattazione dei materiali e l'abbassamento del suolo.

Una volta avvenuto l'abbassamento del terreno, e ammesso che si eseguano interventi di ripristino delle quote originarie (ad es. re-immissione di fluidi nel sottosuolo per tentare di recuperare la pressione iniziale), solo una parte dell'abbassamento viene ripreso (fenomeno del *rebound*: recupero altimetrico di un'area soggetta a subsidenza) a causa della *isteresi* delle argille, ossia piccola risposta elastica dei sedimenti coesivi



**RIMEDI – Iniezione di CO2 nelle rocce – serbatoio** per evitare la depressurizzazione (e anche per smaltire l'eccesso di CO2, concausa dell'effetto serra = cambiamenti climatici (dicono che costa troppo....))

Pericolo x (ammesso pericolo costante, stessa magnitudo)	Vulnerabilità x	Valore (ammesso elemento a rischio costante)	= RISCHIO
elevato: 1	elevata <b>Aree sensibili</b> = fasce costiere e piattaforma continentale, aree ad elevata concentrazione di abitanti, aree con attività agricole , industriali, turistiche; beni culturali e naturali; aree protette (def. Direttive su VIA)	1	elevato
elevato: 1	media Es: aree meno sensibili: zone industriali o commerciali abbandonate (brownfields)	1	medio
elevato :1	nulla Es: aree desertiche, glaciali, disabitate ( in Italia esistono aree a vulnerabilità nulla?)	1	nullo

Ammesso che è opportuno cercare idrocarburi in Italia, dove trivellare? Applichiamo il concetto di analisi di rischio in modo elementare: pericolo di subsidenza, di microsismi, di inquinamento ambientale , ecc.: