Docente
Prof. Aldino Bondesan

Geomorfologia costiera

Processi costieri

Introduzione

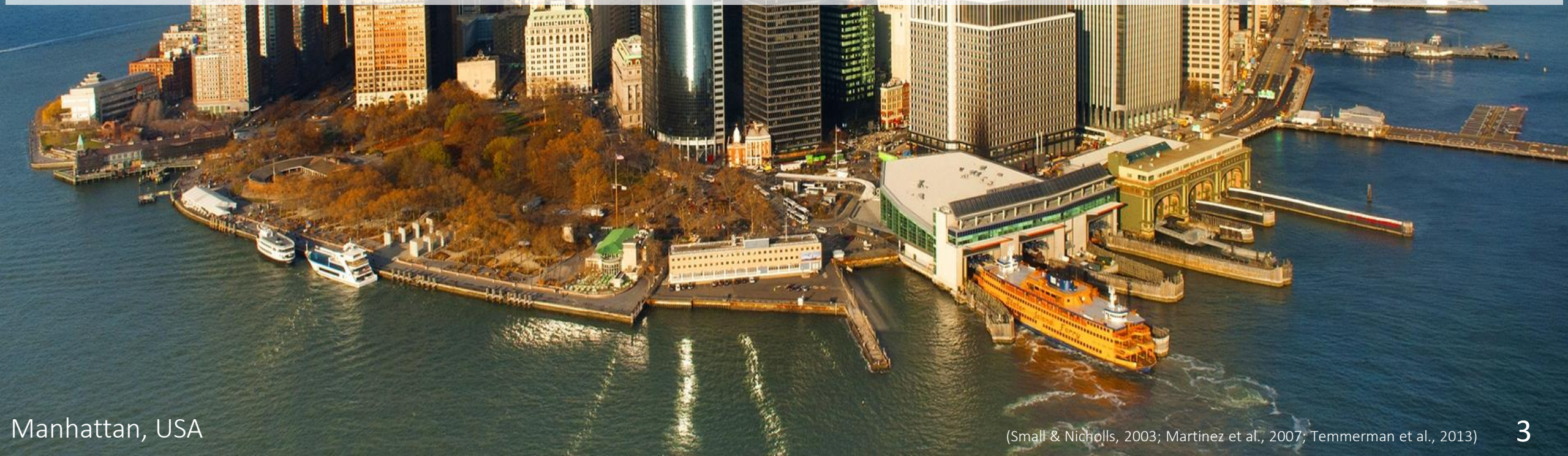
Ambienti costieri e popolazione, coste italiane e venete

Ambienti Costieri e Società

- 30% della popolazione mondiale vive attualmente entro 100 km dalla costa, gli insediamenti si trovano a meno di 100 m sul livello del mare;

- La densità abitativa nelle zone costiere è circa 3 volte superiore alla media, i tassi di crescita della popolazione sono tra i più alti al mondo;

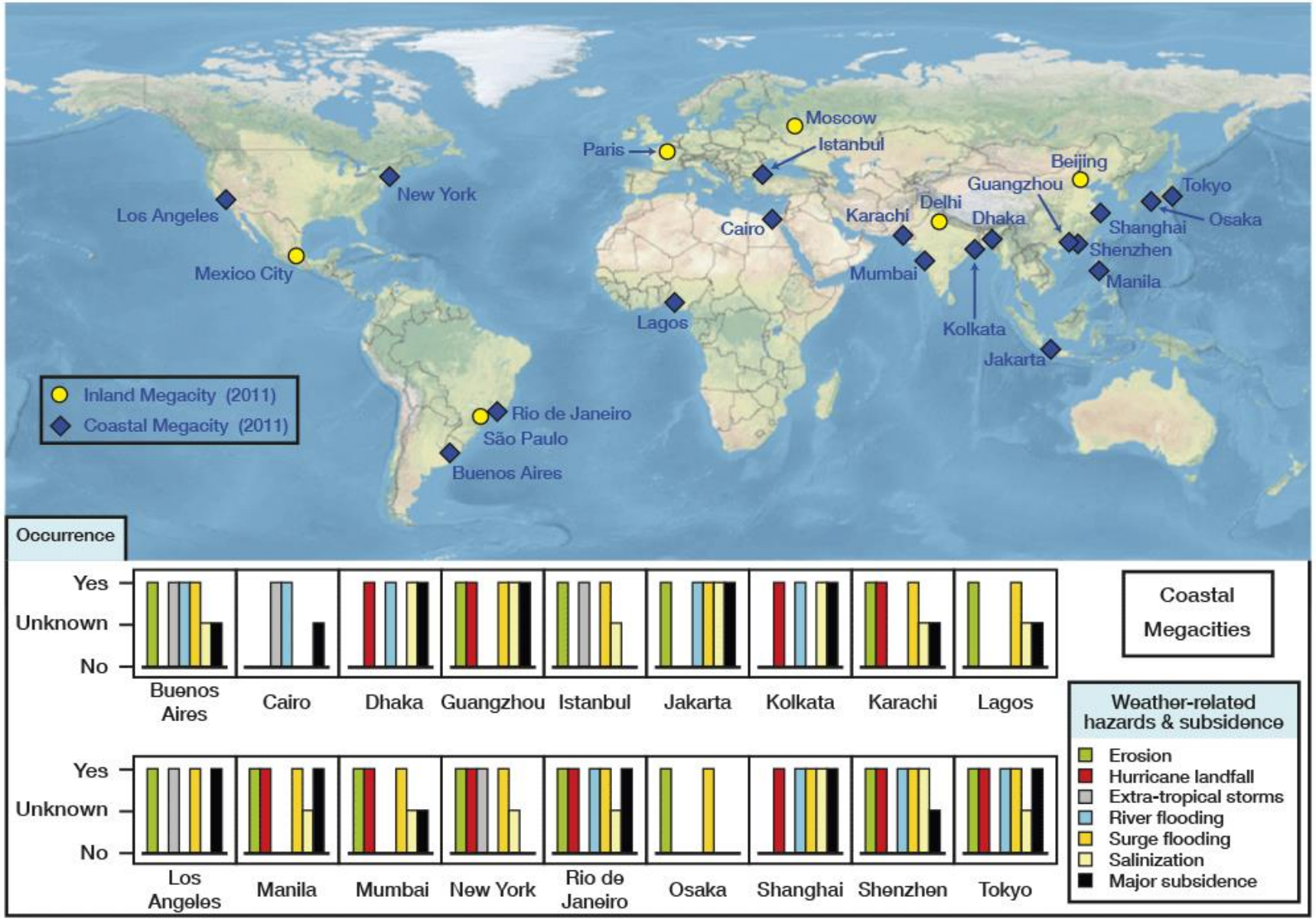
- 21 delle 35 “megacittà” (più di 10 milioni di abitanti) possono essere considreate come “città costiere” (Top 5 nel 2015: Tokyo (38), Shanghai (35), Giacarta (31), Karachi (24), New York City (24)).



Manhattan, USA

(Small & Nicholls, 2003; Martinez et al., 2007; Temmerman et al., 2013)

Ambienti Costieri e Società



(Small & Nicholls, 2003; Martinez et al., 2007; Temmerman et al., 2013)

Estensione delle coste italiane

Lo sviluppo costiero della penisola italiana e delle sue isole si aggira sui *7500* km e presenta le forme più varie.

Più del 9% del totale è costa artificiale, delimitata da:

1) opere radenti la riva (3,7 %);
2) porti (3%) e
3) strutture parzialmente sovraimposte al litorale (2,4%).

La vera e propria costa naturale vale 7.500 km.

Due terzi della sua lunghezza è composta da coste basse, di tipo sabbioso e roccioso.

Circa il 70 % delle coste basse è costituito da spiagge sabbiose o ghiaiose, per una lunghezza complessiva di **3.270 km** e una superficie territoriale di oltre 120 kmq.

Fattori e processi

Moto ondoso e processi costieri; maree e sesse.
Innalzamento del livello del mare. Morfogenesi costiera.

I processi costieri sono generati da:

Moto ondoso (*waves*)

Correnti litoranee (*longshore currents*)

Maree (*tides*)

Processi dell’ambiente continentale (*subaerial processes*)

Le onde

Sono generate dal vento

L'altezza e l'energia delle onde dipendono da:

1. Velocità del vento
2. Durata del vento
3. Fetch: ampiezza della superficie disponibile

Solo parte dell'energia del vento si trasmette all'acqua

Il moto si attenua verso il basso (fino a $\lambda/2$)

By Brocken Inaglory (Own work) [GFDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html) or CC BY-SA 4.0-3.0-2.5-2.0-1.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0-3.0-2.5-2.0-1.0)], via Wikimedia Commons

Formazione del frangente di spiaggia

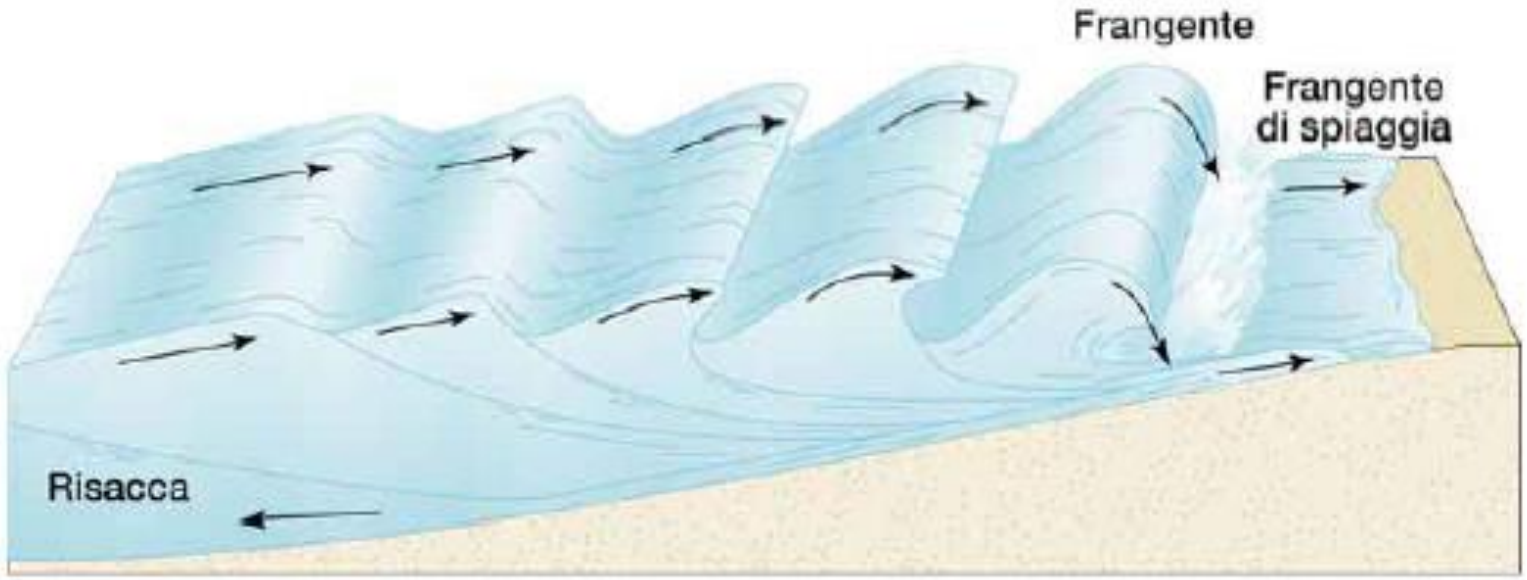


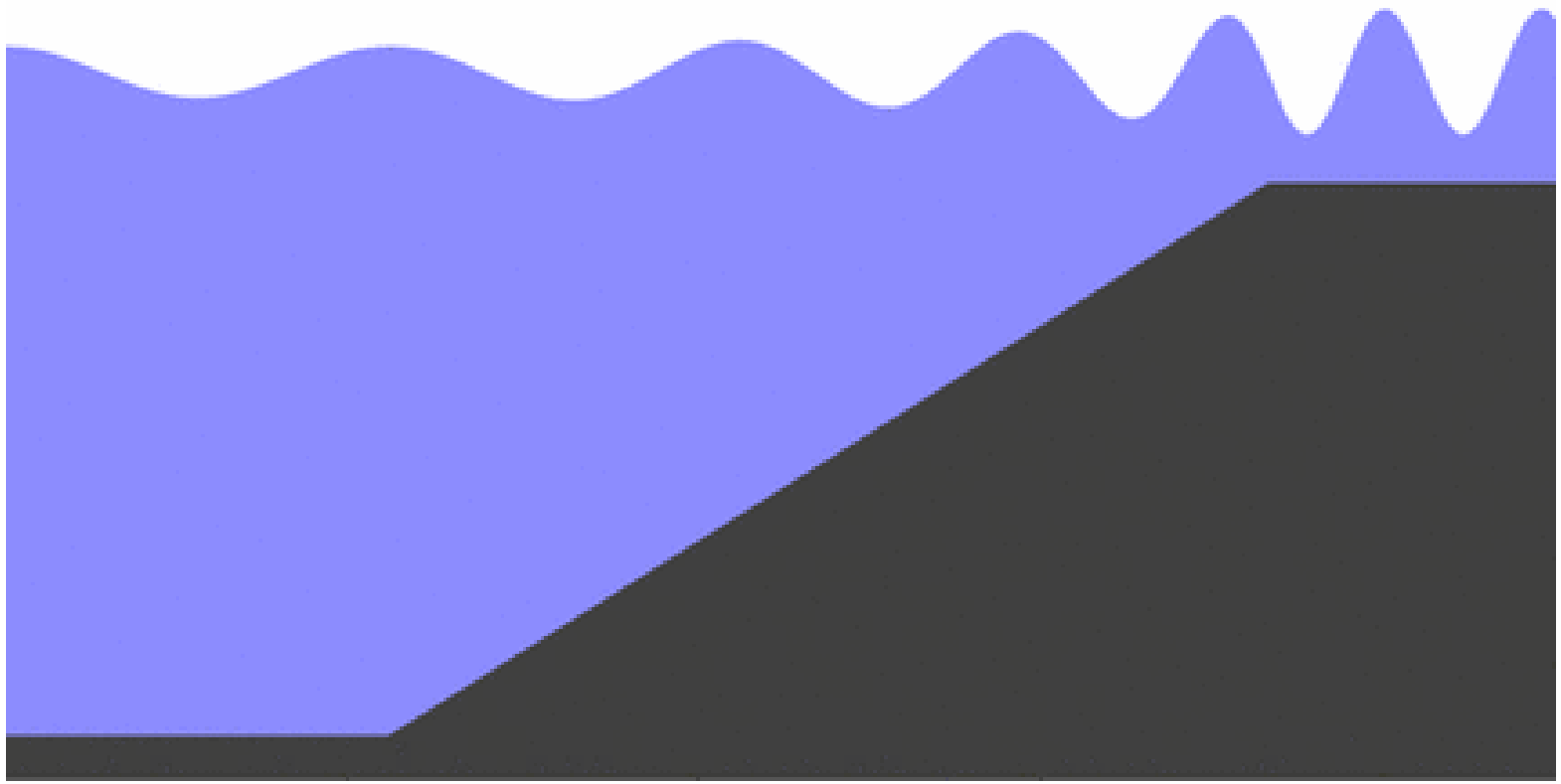
Figura 20-B. In acque poco profonde, il fondale impedisce l'oscillazione delle particelle d'acqua, facendo diventare l'onda sempre più ripida, fino a quando non si ribalta e si rovescia in avanti, sollevandosi e scagliandosi sulla riva come frangente.

McKnight – Hess, Geografia Fisica. Comprendere il paesaggio, Piccin ed. 2002

Shoaling

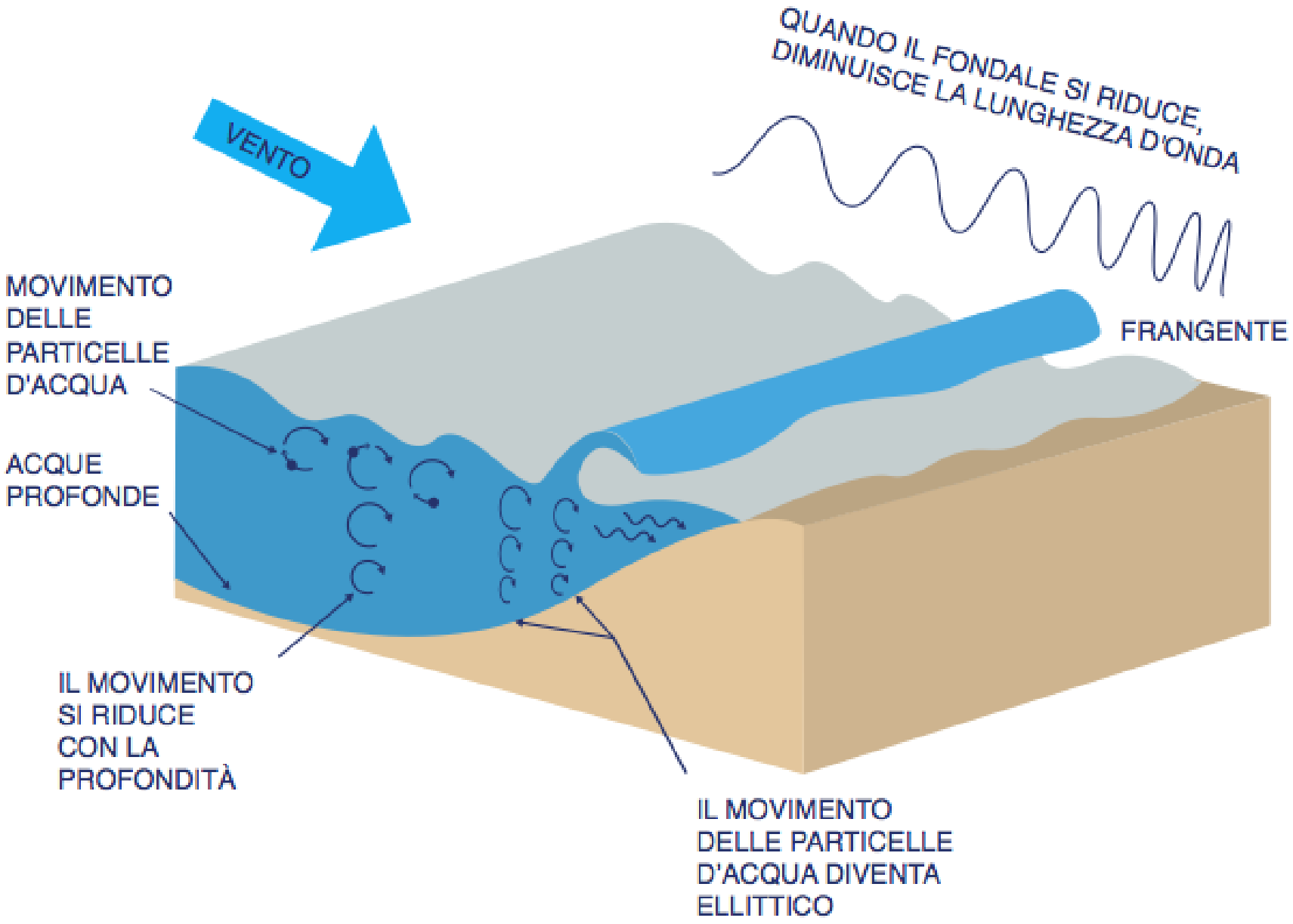
Il fenomeno
dello **shoaling** avviene quando le onde che si avvicinano alla linea di riva aumentano la loro altezza al diminuire della velocità.

Si dimostra tramite la conservazione del flusso di energia che dal largo arriva fino a riva.



Régis Lachaume - Opera propria

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3799016, CC BY-SA 3.0


QUANDO IL FONDALE SI RIDUCE,
DIMINUISCE LA LUNGHEZZA D'ONDA
VENTO
MOVIMENTO
DELLE
PARTICELLE
D'ACQUA
FRANGENTE
ACQUE
PROFONDE
IL MOVIMENTO
SI RIDUCE
CON LA
PROFONDITÀ
IL MOVIMENTO
DELLE PARTICELLE
D'ACQUA DIVENTA
ELLITTICO

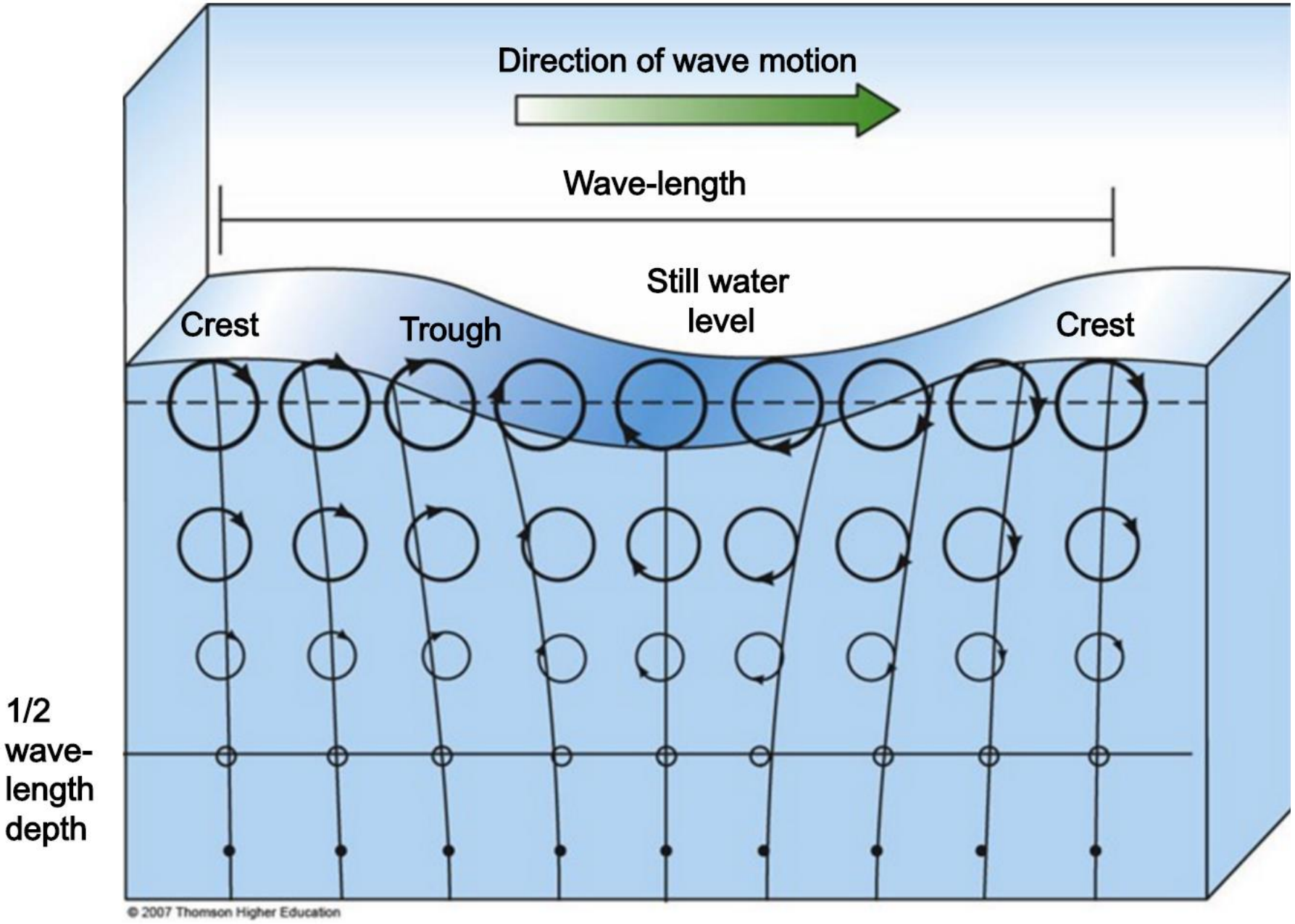
Formazione del frangente in prossimità della riva

http://maxpixel.freegreatpicture.com/Breakers-Ocean-Surfing-Surf-Waves-Seascape-Sea-449082, CC0 Public Domain

Frangente

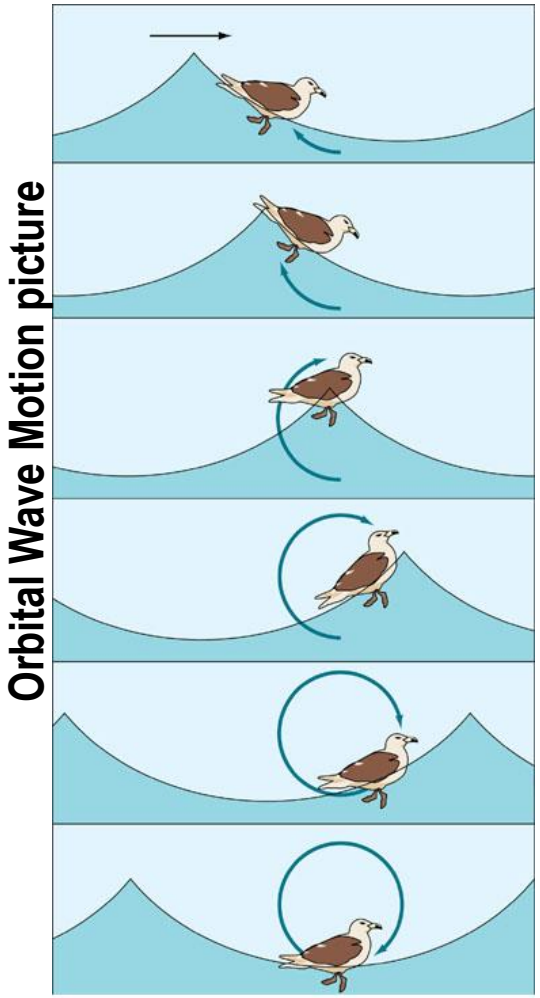
Teahupoo, Papeete, Tahiti

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teahupoo1.jpg, Dr. Blofeld, CC-BY-2.0

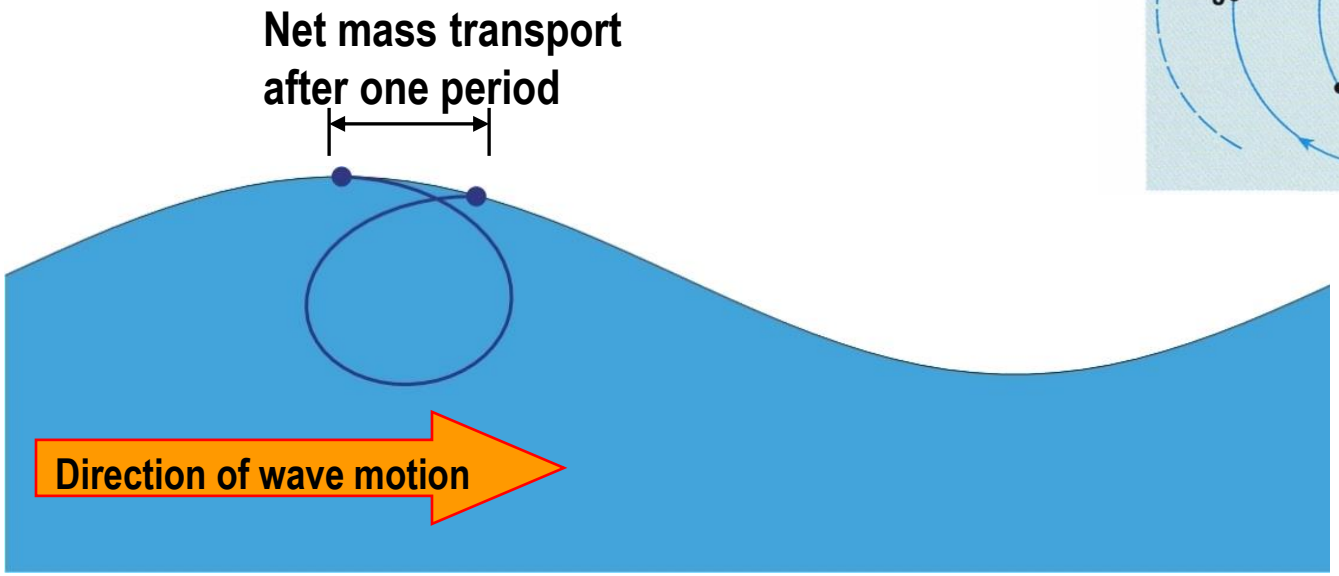

Direction of wave motion
Wave-length
Still water level
Crest
Trough
Crest
1/2 wave-length depth
© 2007 Thomson Higher Education

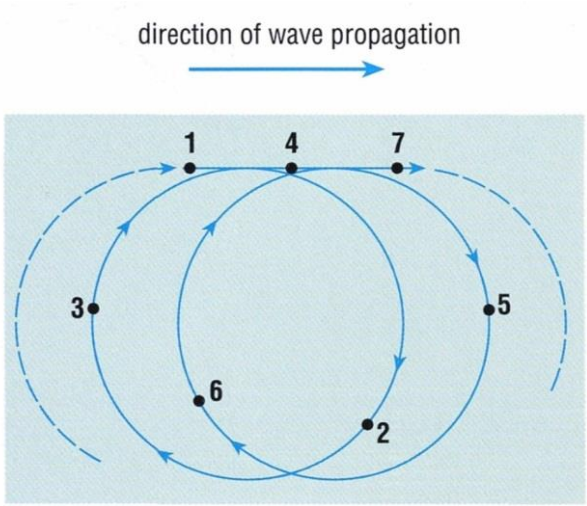
Movimento circolare delle particelle d'acqua

L'orbita forma una spirale (non è perfettamente circolare) e determina un leggero avanzamento (stokes drift)



© 2005 Brooks/Cole - Thomson





Le onde sono soggette a:

Rifrazione

Riflessione

Diffrazione

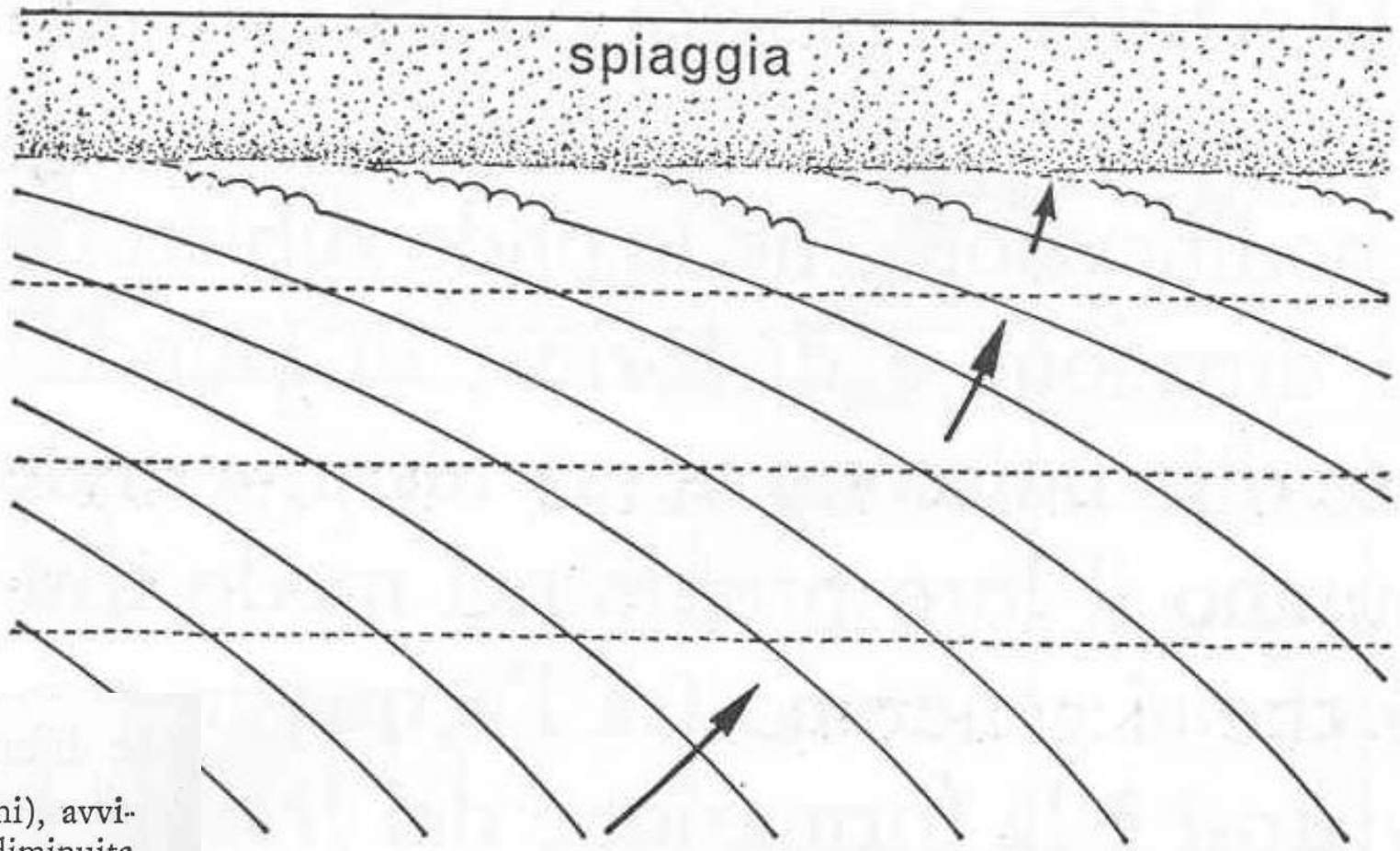
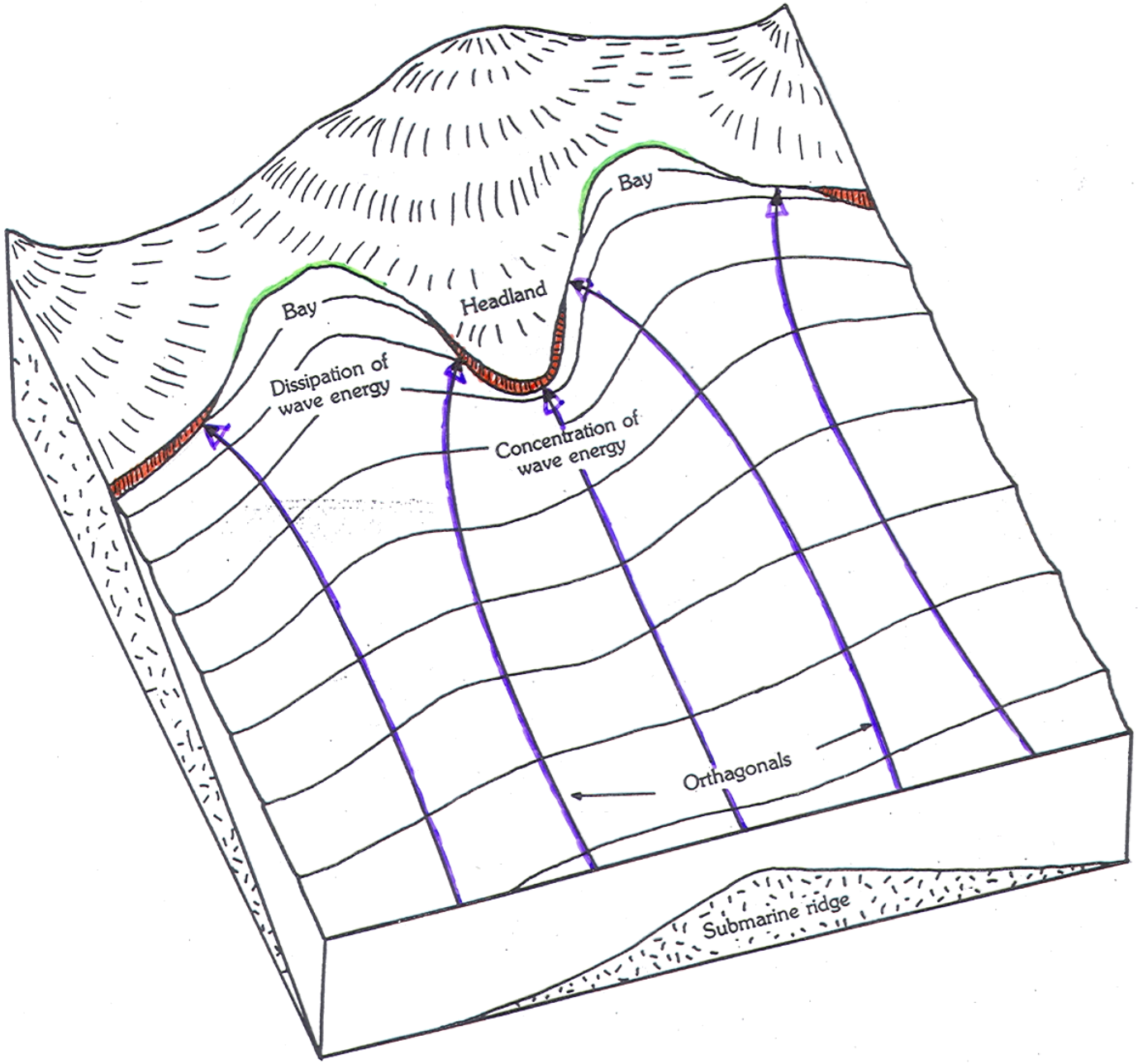


Fig. 13.4. Rifrazione delle onde.

Onde oblique rispetto alle isobate (a puntini), avvicinandosi alla spiaggia risentono della diminuita velocità di propagazione. Le frecce indicano il cambiamento di direzione e la velocità decrescente.


Bay
Headland
Bay
Dissipation of wave energy
Concentration of wave energy
Orthagonals
Submarine ridge

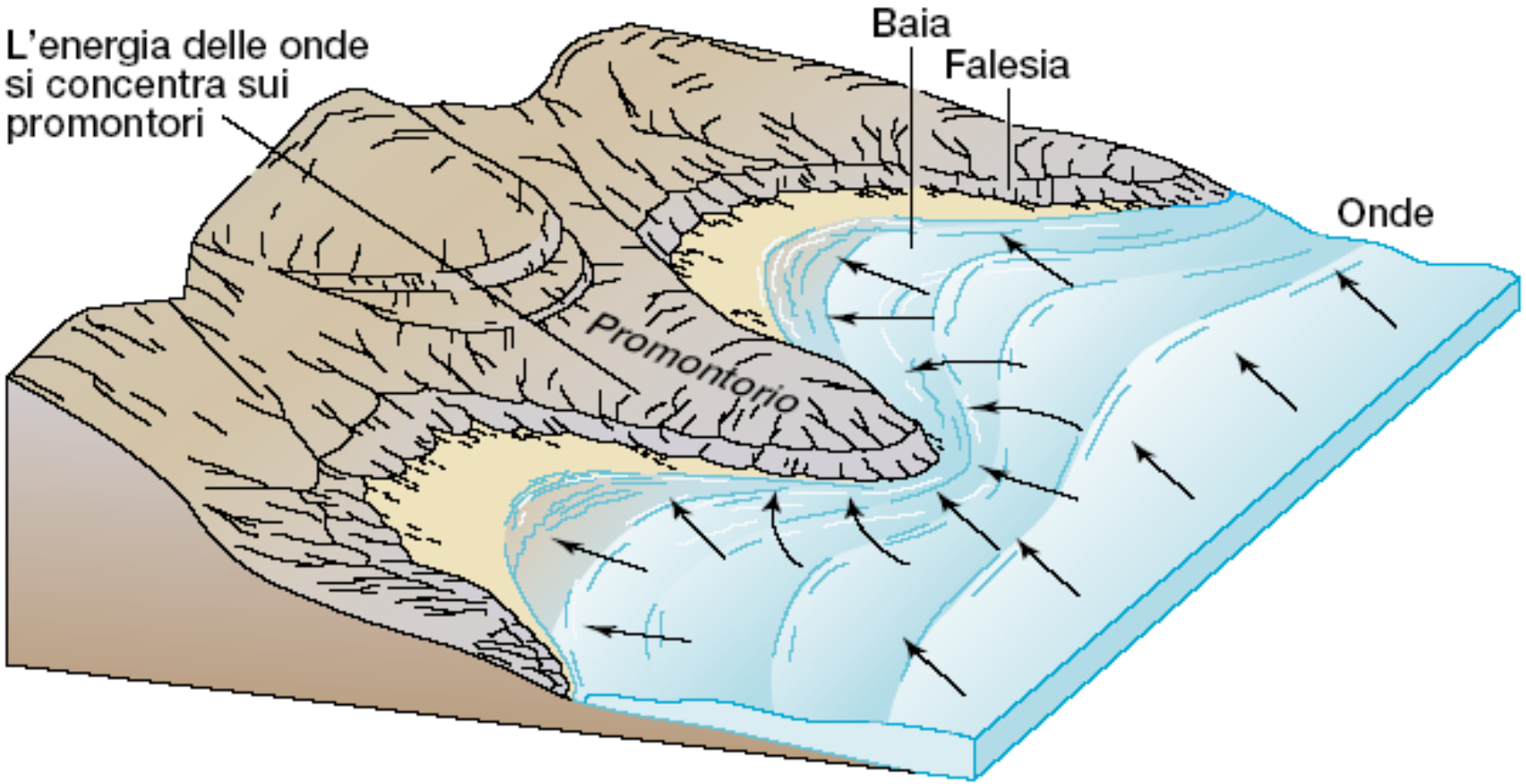
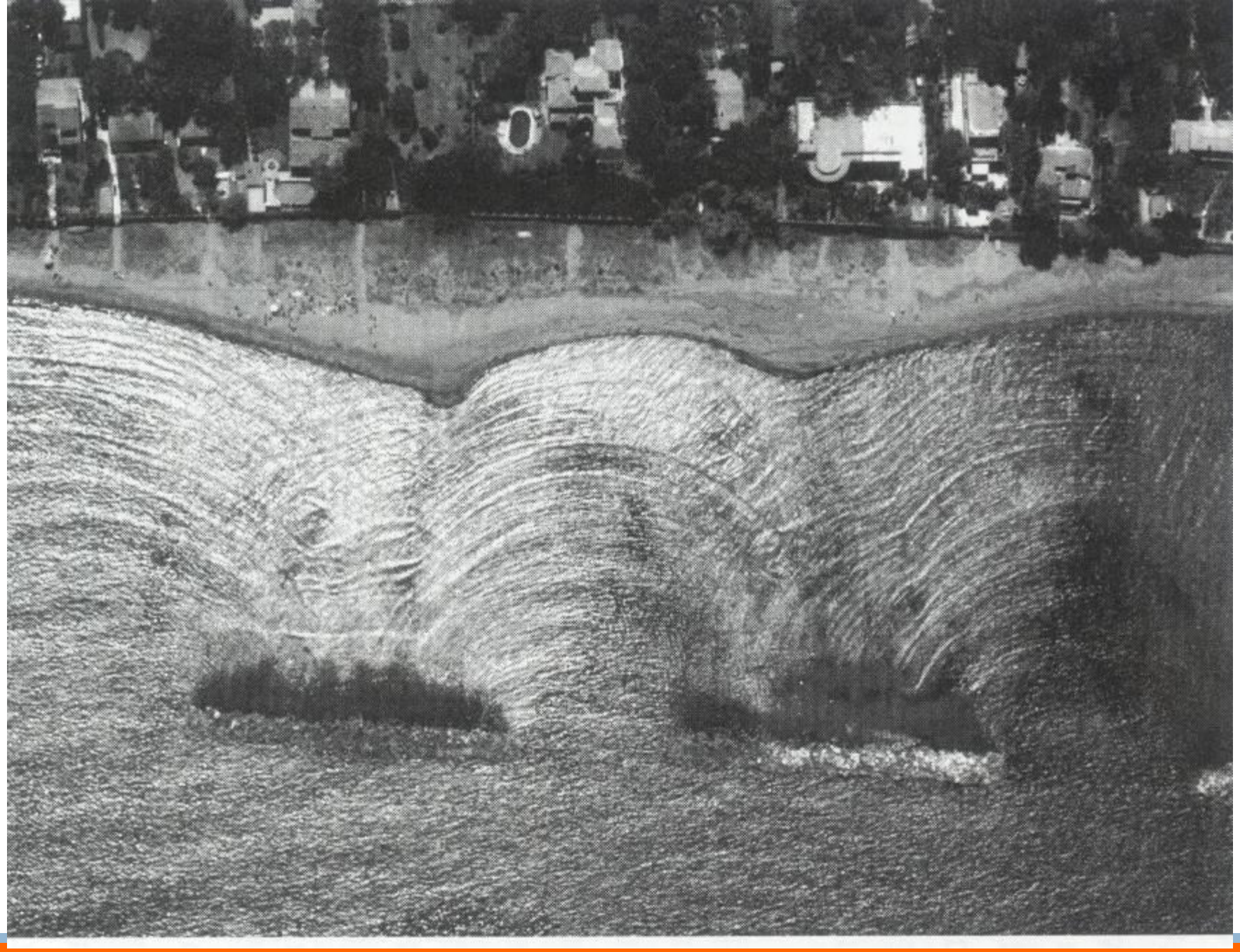


Figura 20-C. La rifrazione delle onde lungo una costa irregolare. Le onde convergono sui promontori, concentrandovi la propria energia, e divergono nelle baie.



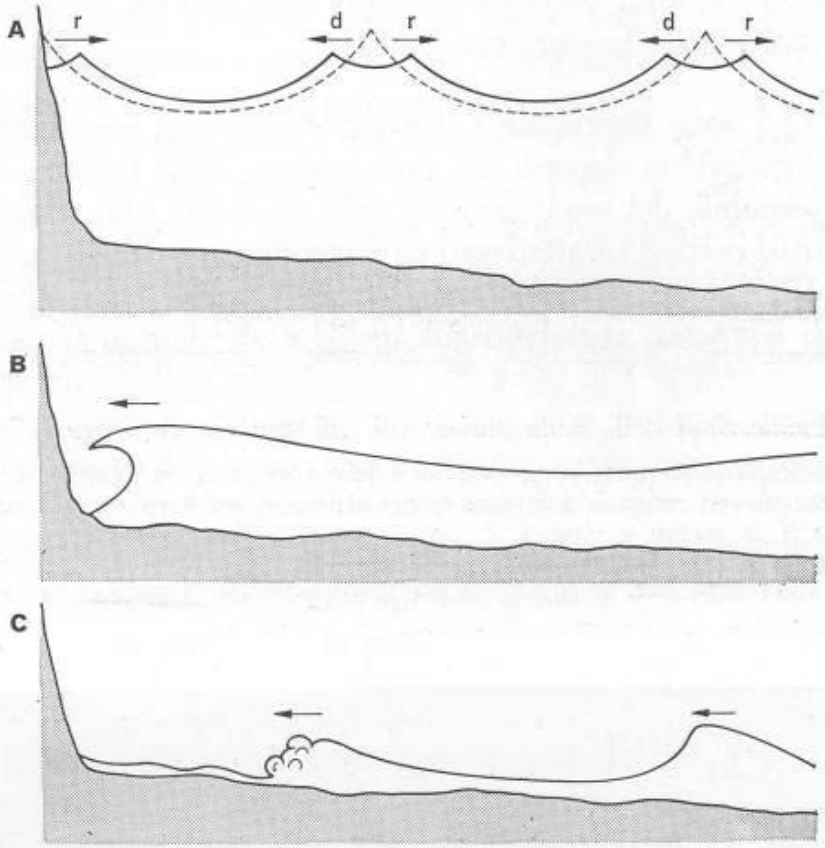


Fig. 13.5. Effetti diversi di un'onda contro una parete verticale, in diverse condizioni di profondità (disegno ispirato a C. A. M. King, 1959).

A. Riflessione dell'onda sulla parete, quando la profondità è notevole. La parete è sottoposta a variazioni di pressione idrostatica e non a pressioni d'urto. L'energia si trasmette in gran parte all'onda riflessa. d. cresta dell'onda diretta; r. cresta dell'onda riflessa. A trattini: forma dell'onda al momento della sovrapposizione delle due onde.

B. La profondità è tale da determinare una forte deformazione dell'onda e il rovesciamento dei frangenti contro la parete. Massima pressione d'urto. L'energia viene spesa nel lavoro sulle rocce e nella turbolenza. Si aggiungono fenomeni di *cavitazione* (cioè di decompressione rapida).

C. La bassa profondità causa la formazione di frangenti già al largo. L'energia viene spesa in gran parte prima che sia raggiunto il piede della parete.

Gli tsunami

I maremoti o Tsunami (dal giapponese «onde di porto»), sono onde lunghe generate impulsivamente dallo spostamento della massa d'acqua. Avvicinandosi alla costa possono raggiungere altezze molto elevate.

Gli Tsunami sono causati da (in ordine di importanza e frequenza):

1. terremoti sottomarini o in prossimità della costa
2. frane sottomarine o aeree;
3. eruzioni vulcaniche
4. impatto di meteoriti

Kanagawa oki nami ura - The Great Wave off Kanagawa

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Great_Wave_off_Kanagawa2.jpg (Public Domain)

Tsunami

(la causa piu' comune sono i terremoti)

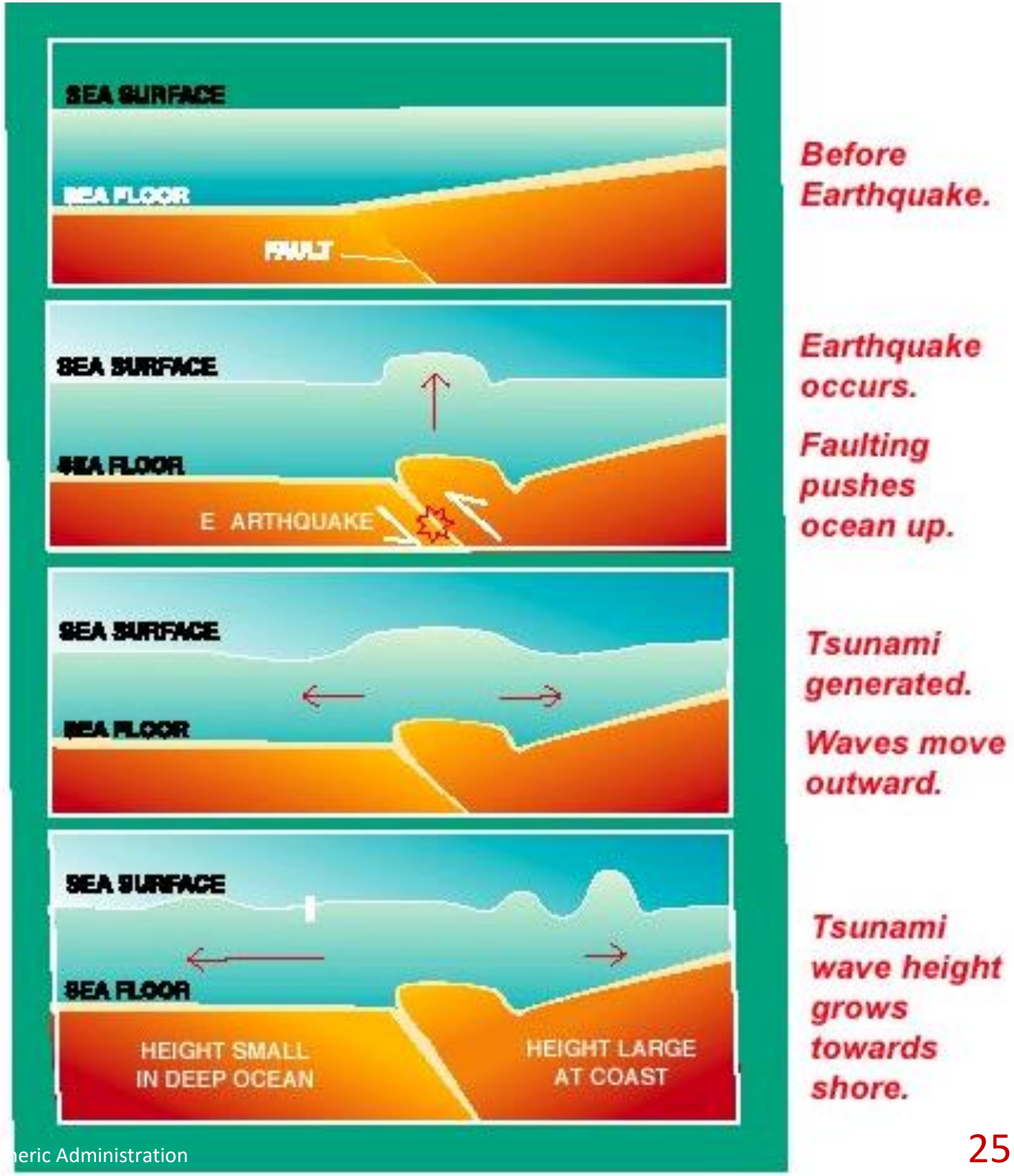
I **terremoti** in grado di generare TSUNAMI devono avere:

1) una **profondità** non troppo elevata;

2) una **magnitudo** rilevante;

ma soprattutto,

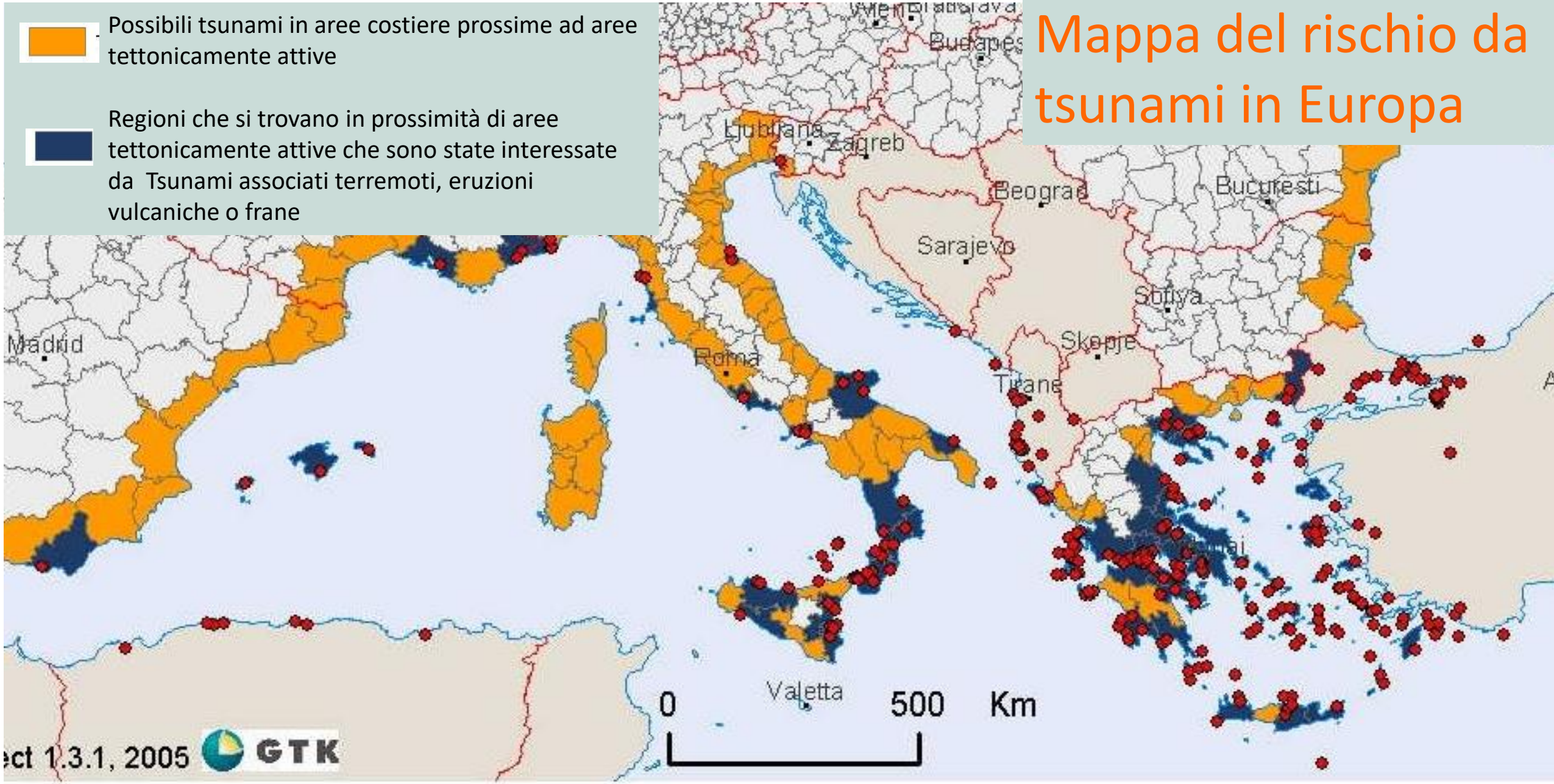
3) devono essere caratterizzati da un meccanismo che provochi uno **spostamento verticale** del **fondo marino** (di parecchi metri) su aree elevate (fino a centinaia di migliaia di km^2) in grado di mettere in moto la massa d'acqua sovrastante.

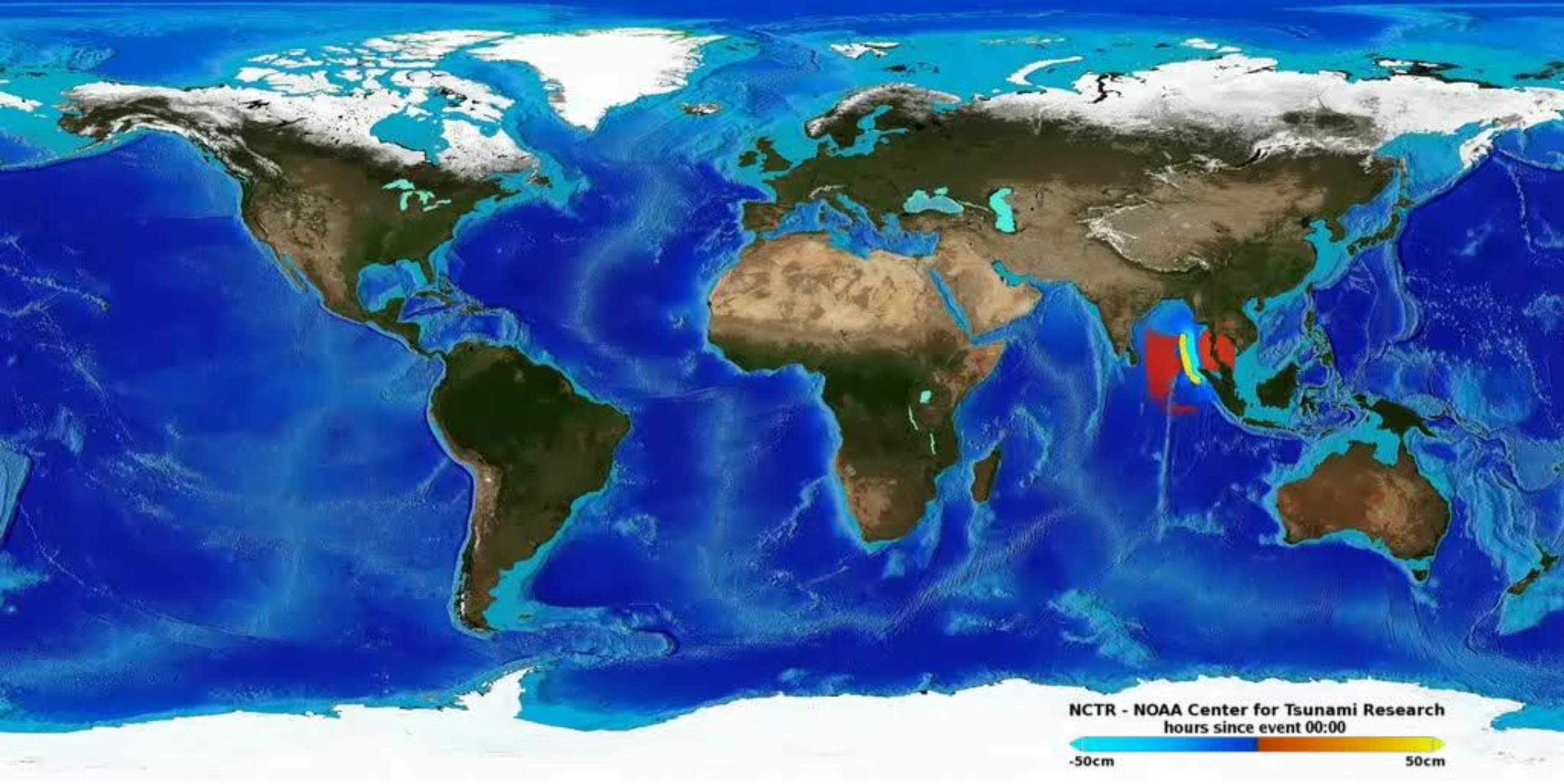


Mappa del rischio da tsunami in Europa

Possibili tsunami in aree costiere prossime ad aree tettonicamente attive

Regioni che si trovano in prossimità di aree tettonicamente attive che sono state interessate da Tsunami associati terremoti, eruzioni vulcaniche o frane




NCTR - NOAA Center for Tsunami Research
hours since event 00:00
-50cm
50cm

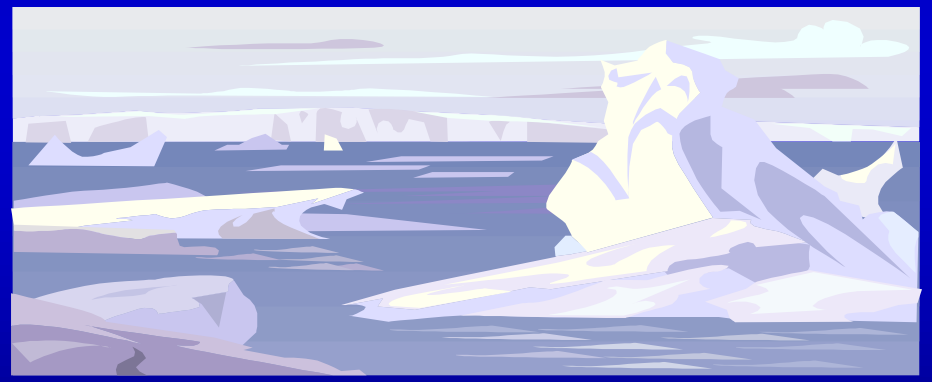
Cambiamenti eustatici del livello del mare

I cambiamenti eustatici del livello del mare possono essere causati da:

(i) Una variazione del **volume** delle acque marine,

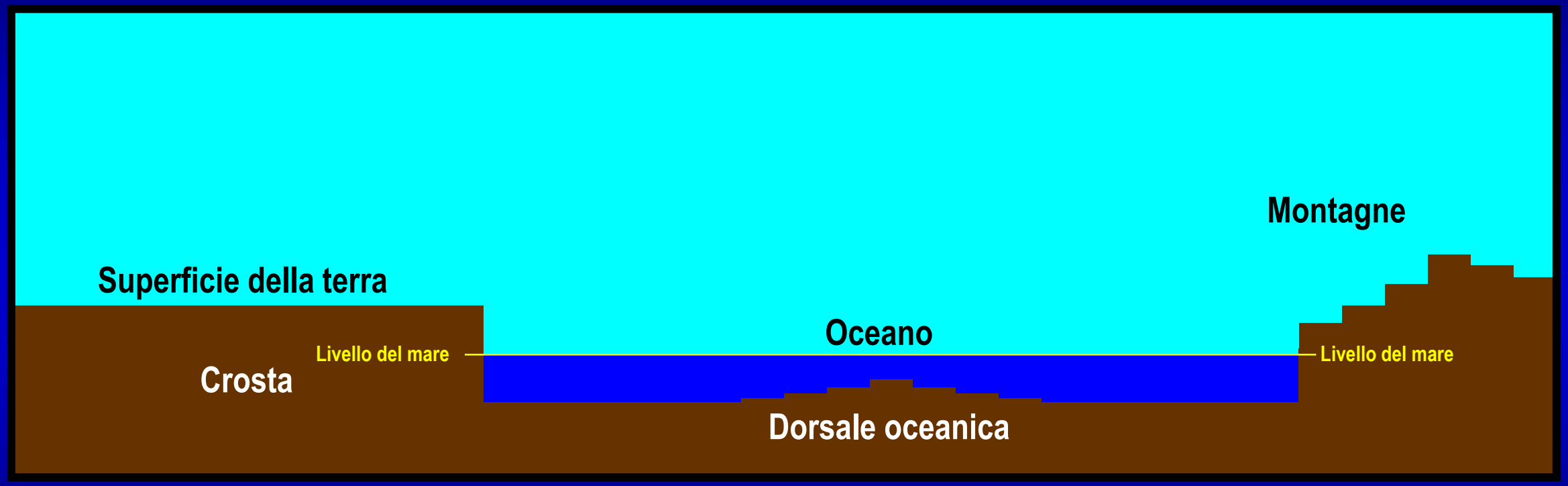
(ii) Una variazione nella **densità** delle acque marine;

(iii) Una variazione delle dimensioni del bacino oceanico che contiene le acque marine.



Courtesy of Alex Glass – Duke University

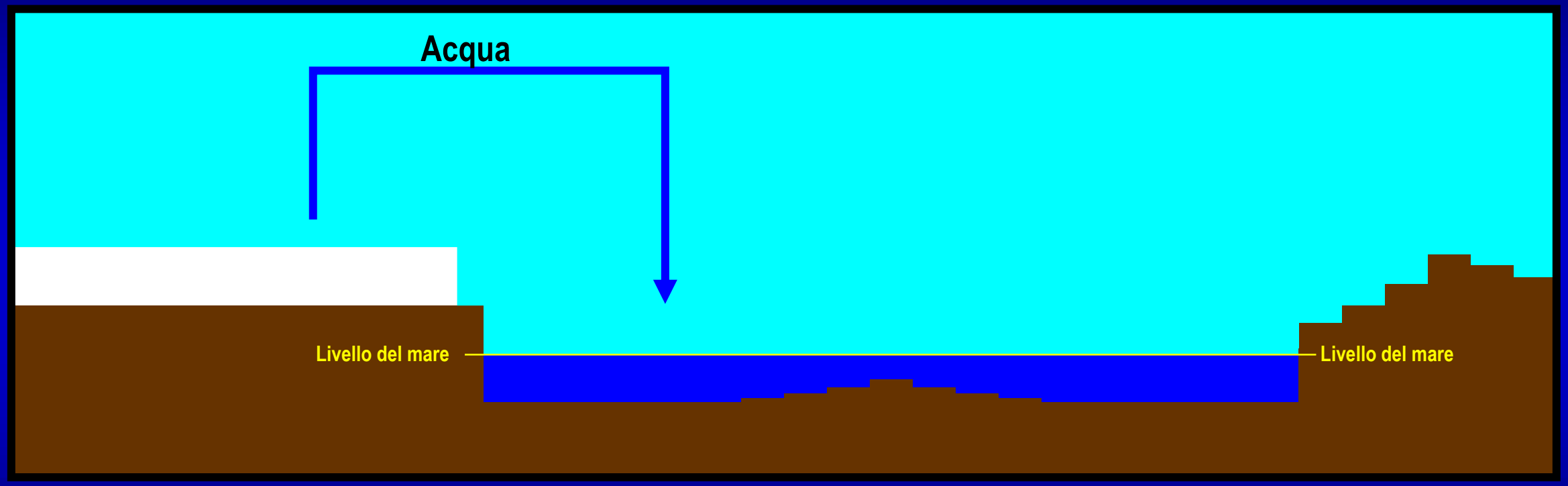
Un modello per descrivere il livello del mare



Courtesy of Alex Glass – Duke University

Cambiamenti eustatici

Variazioni del livello del mare a scala globale: fusione del ghiaccio

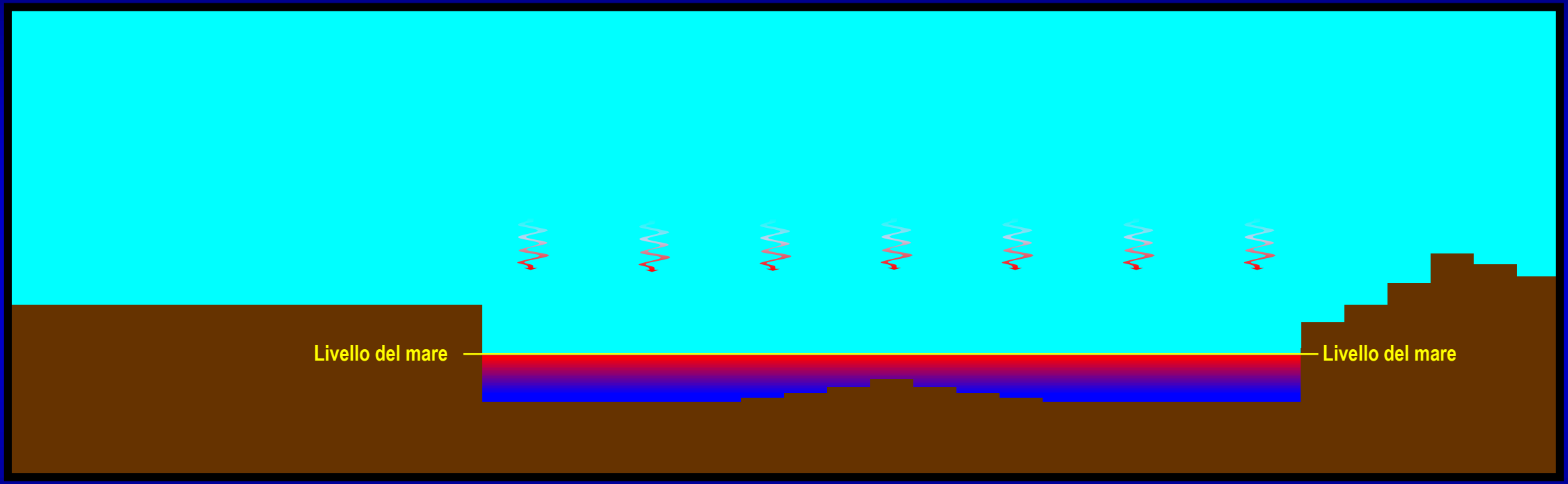


L'acqua accumulata sotto forma di ghiaccio sulla terraferma è restituita all'oceano provocando un aumento del livello del mare.

Courtesy of Alex Glass – Duke University

Cambiamenti eustatici

Variazioni del livello del mare a scala globale: espansione termnica

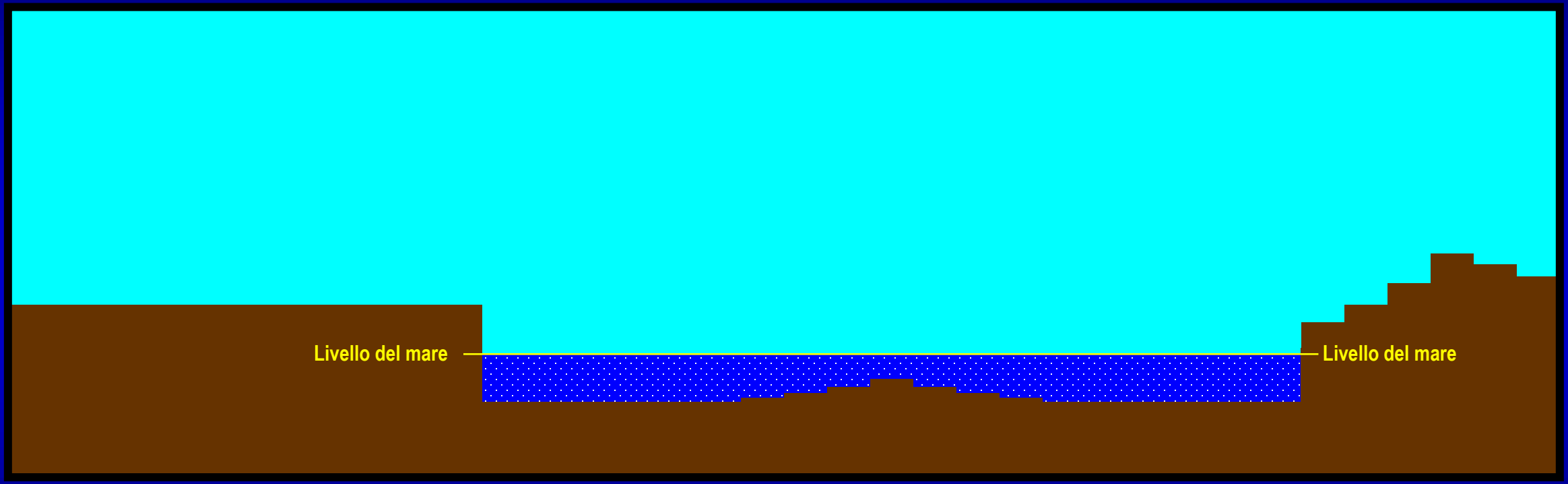


Il volume d'acqua varia al variare della temperatura.
Se la temperatura aumenta il volume aumenta

Courtesy of Alex Glass – Duke University

Cambiamenti eustatici

Variazioni del livello del mare a scala globale: variazioni della salinità



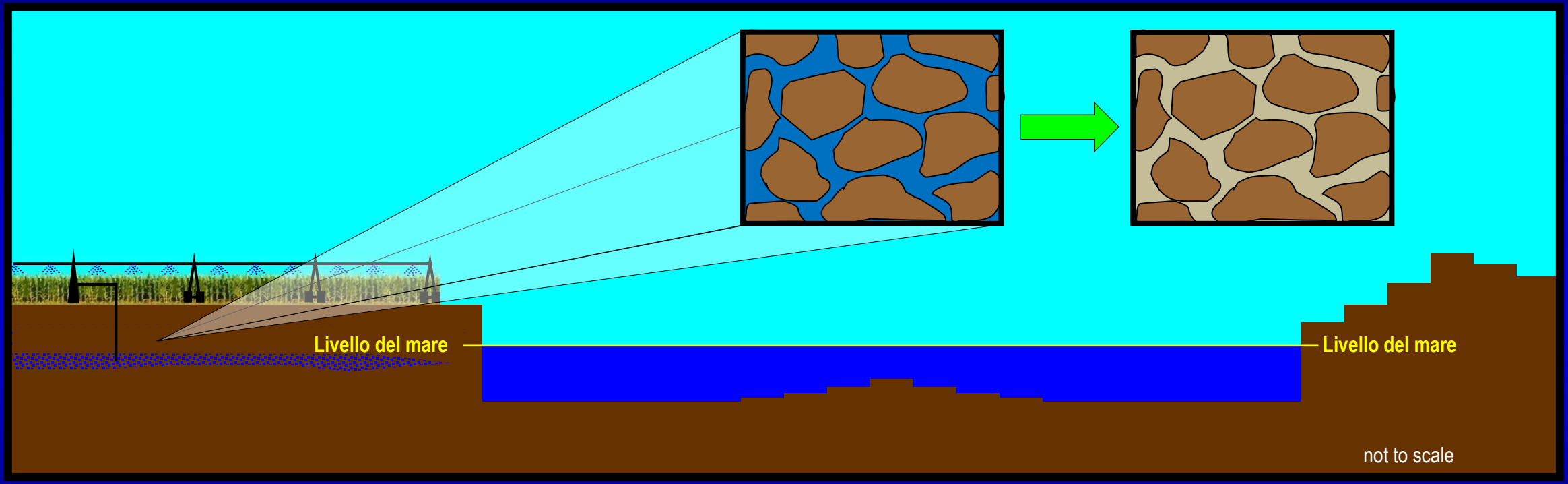
Il volume d'acqua varia al variare della salinità.

L'acqua dolce immessa diminuisce la salinità provocando una diminuzione del volume d'acqua.

Courtesy of Alex Glass – Duke University

Cambiamenti “apparenti” del livello del mare: subsidenza

Subsidenza dovuta all’estrazione di acque sotterranee



La pressione del fluido tra i grani nel terreno diminuisce quando l’acqua viene emunta, i sedimenti si compattano provocando fenomeni di subsidenza

Courtesy of Alex Glass – Duke University

Cambiamenti “apparenti” del livello del mare: subsidenza

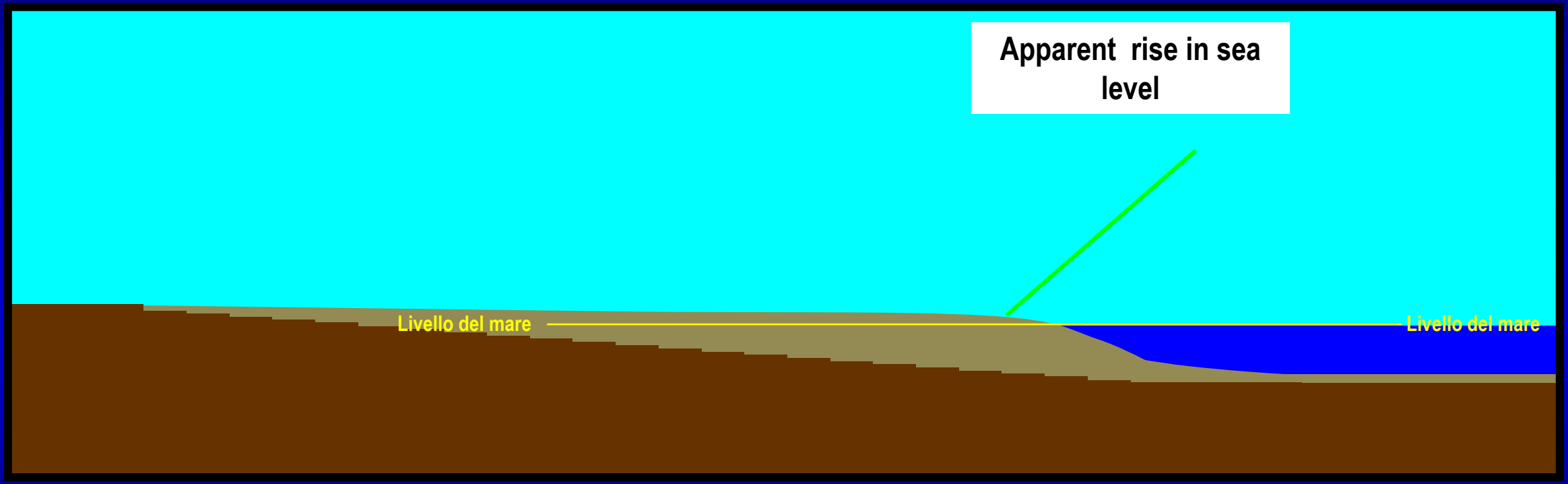
Subsidenza dovuta all’estrazione di acque sotterranee

La pressione del fluido tra i grani nel terrano diminuisce quando l’acqua viene emunta, i sedimenti si compattano provocando fenomeni di subsidenza

Courtesy of Alex Glass – Duke University

Apparent Sea Level Change

Sediment Compaction in Deltas



With time, sediment deposited in large deltas compacts causing regional subsidence and apparent sea level rise.

Courtesy of Alex Glass – Duke University

fine