

MARE, MAREE, CORRENTI E COSTE

A cura di Stefano FURLANI

Argomenti della lezione

- L'acqua del mare (composizione, temperatura, salinità, ecc)
- Ambienti marini
- Proprietà dell'acqua
- Il livello del mare e indicatori di antichi livelli del mare
- Le onde
- Le maree
- Classificazione delle coste
- Coste basse
- Coste alte
- Forme costiere particolari
- Formazione degli atolli

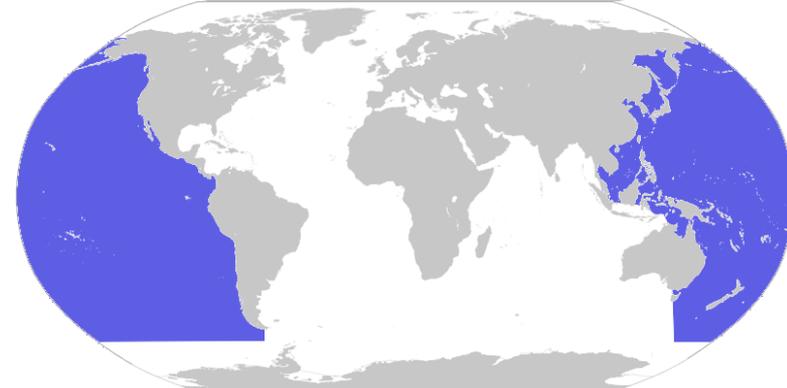
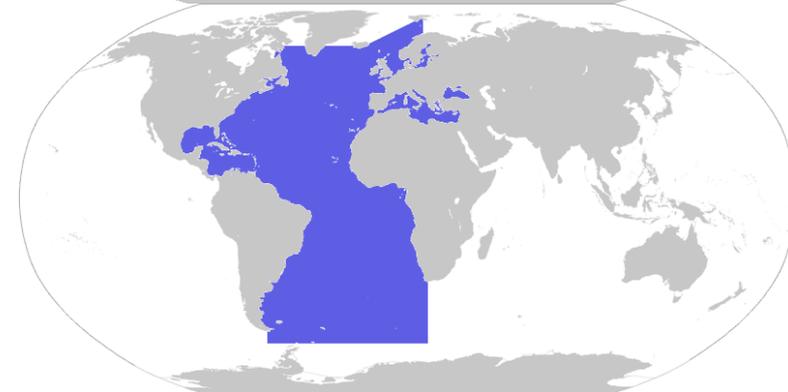
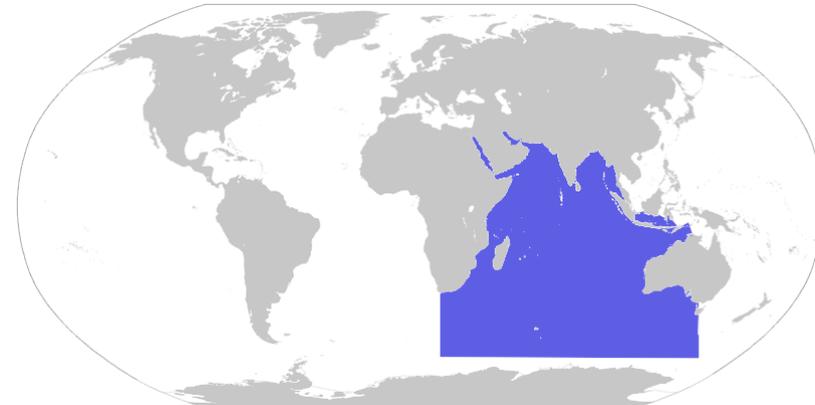
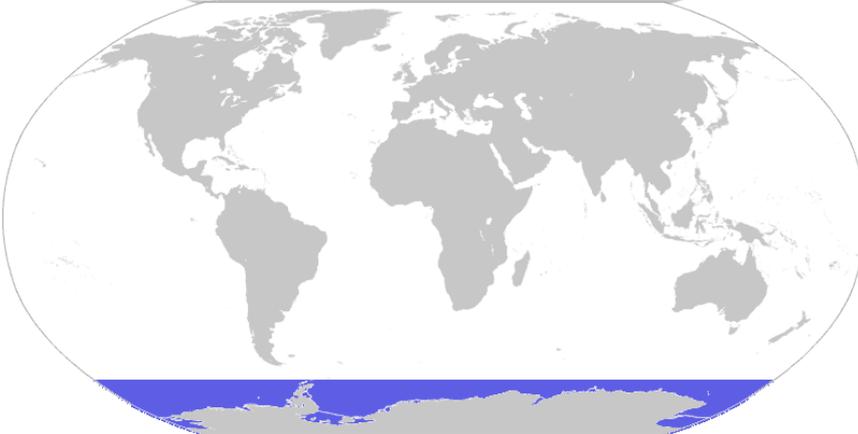
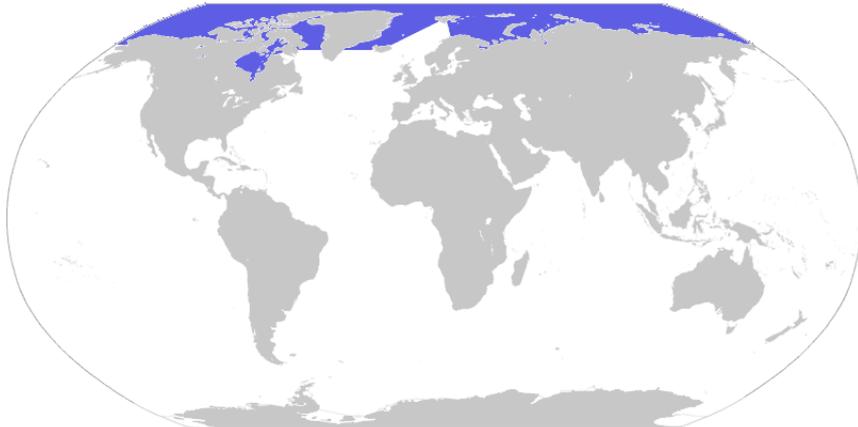
L'ACQUA DEL MARE E I MARI

Origine dell'acqua di mare

- Si dibatte ancora sull'origine dell'acqua sulla Terra. Tracce sulle rocce di 3.8 miliardi di anni fa. Due sono le ipotesi più plausibili:
 - **Origine meteorica:** nell'atmosfera del protopianeta terrestre, nell'atmosfera si creò condensazione di vapore acqueo, piogge e conseguenti accumuli di acqua dolce. Il sale sarebbe derivato dall'erosione delle rocce. Il problema è che nelle rocce sedimentarie ci sono più Sali di quelli che deriverebbero dalle semplice erosione di rocce preesistenti;
 - **Origine magmatica:** acqua prodotta da vulcani attivi, bilanciata dalla subduzione.
- L'acqua di mare attuale è stata comunque arricchita di Sali in seguito, ma l'acqua essudata dai vulcani possedeva già una salinità

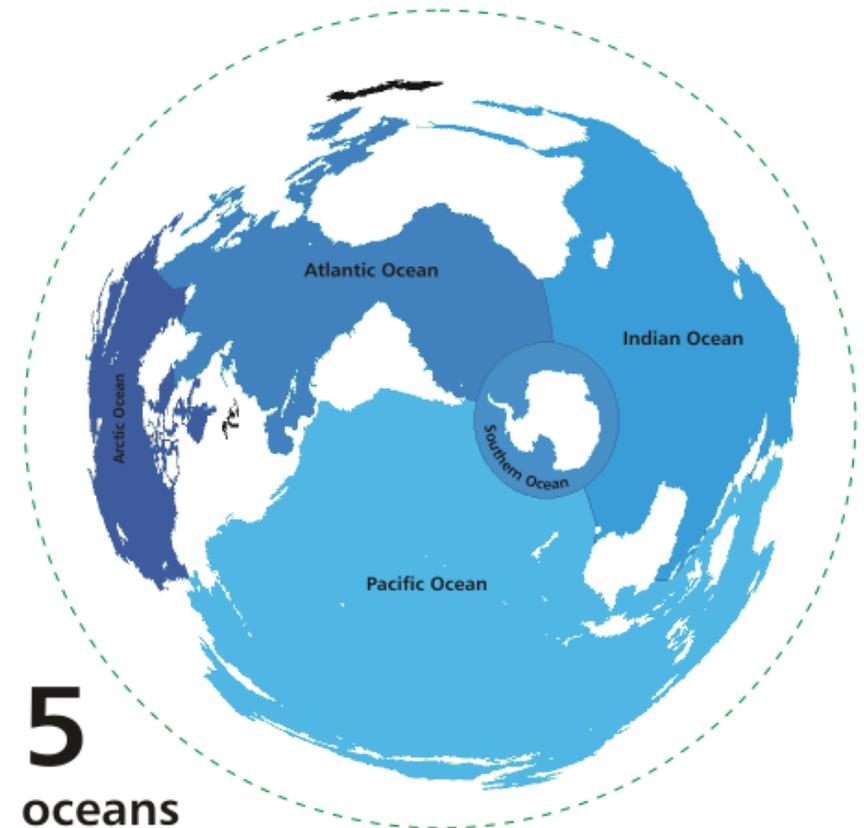
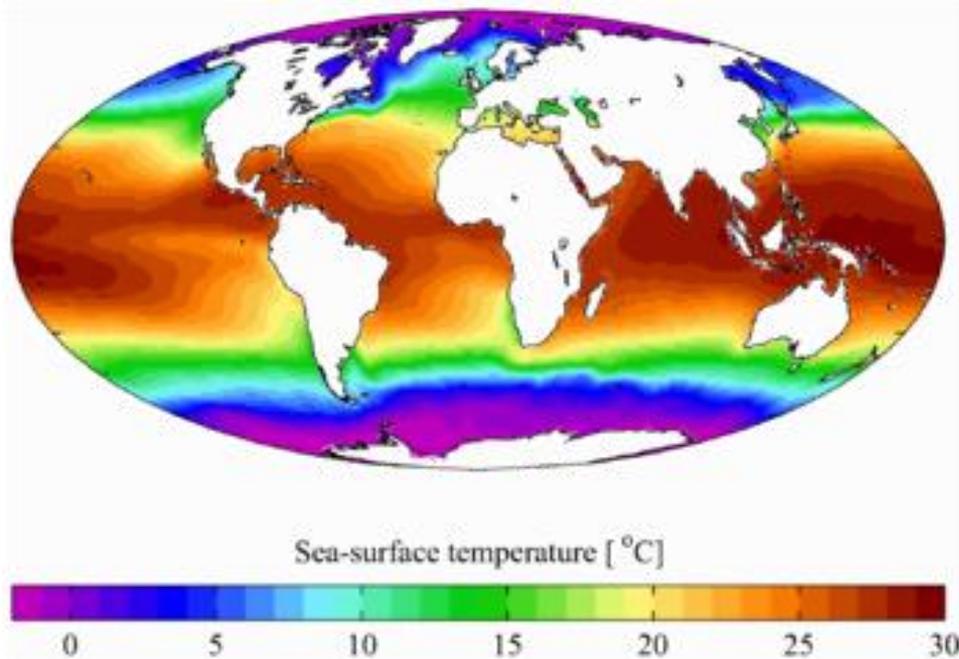
I 4-5 oceani

- L'oceano ricopre il 71% della superficie terrestre, ovvero 360.700.000 km².
154.800.000 km² nell'emisfero nord e 205.900.000 km² nell'emisfero sud.



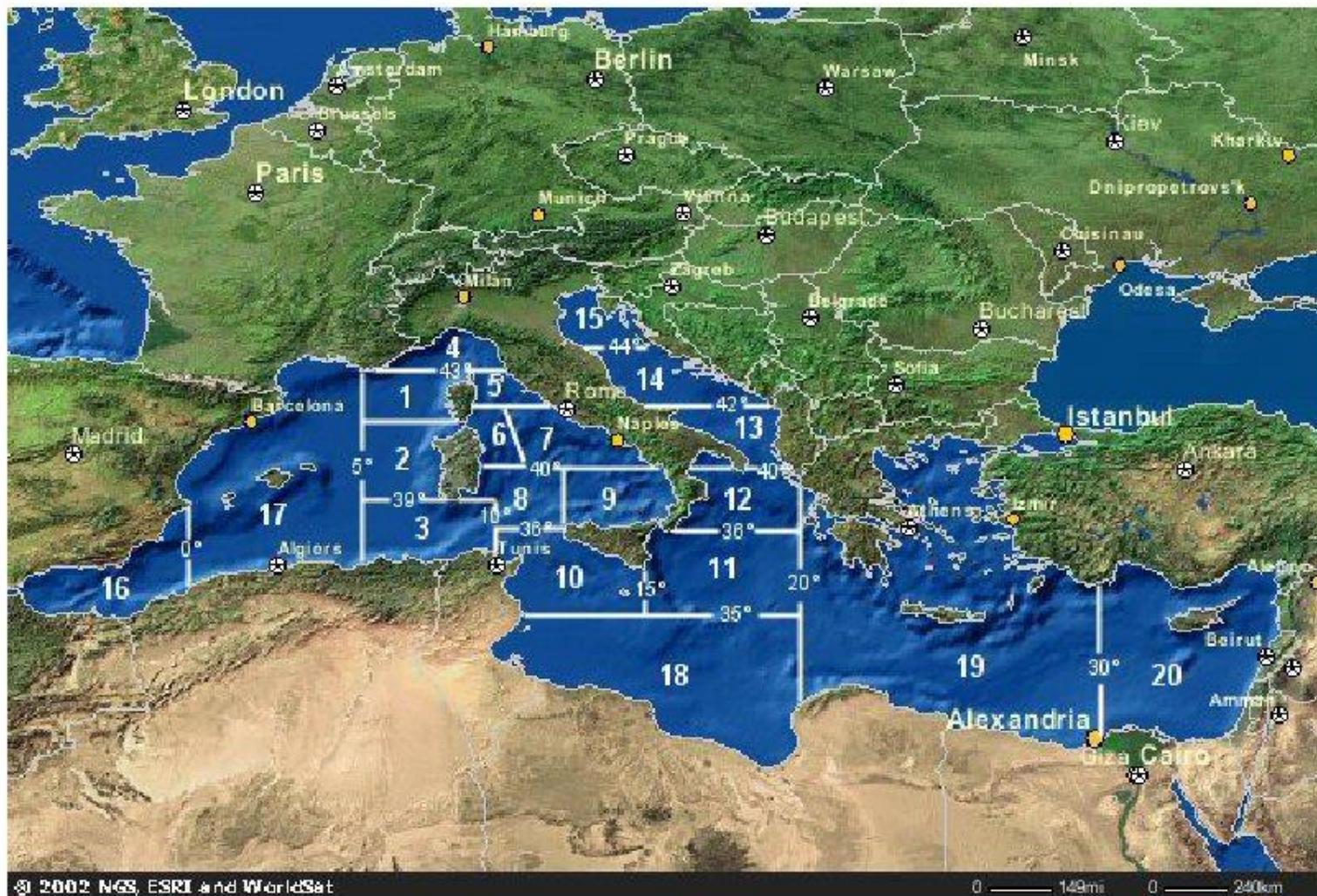
Gli oceani

- Il volume d'acqua totale degli oceani e dei mari è stimato in 1,34 miliardi di km³.

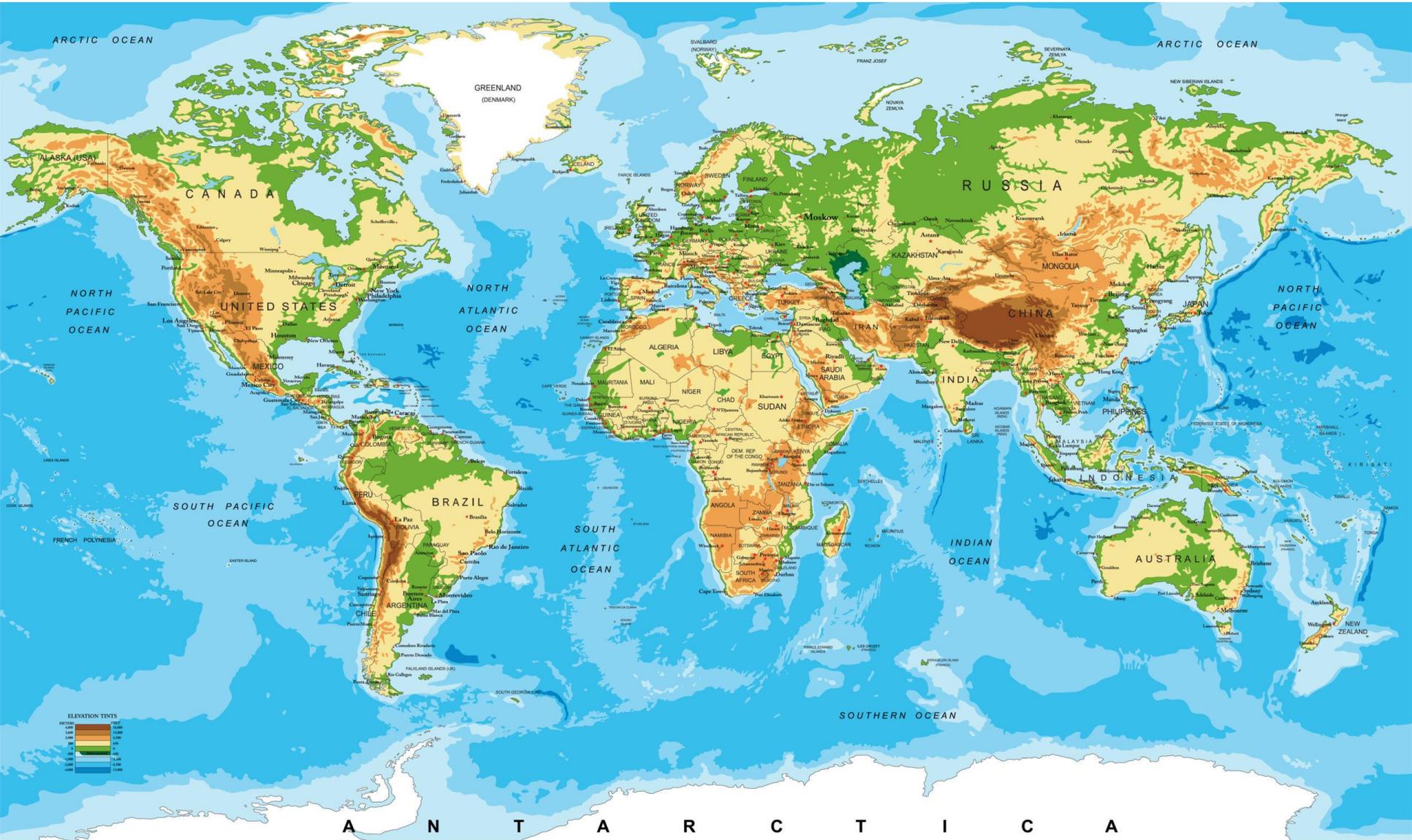


I mari

- Il **mare** è una distesa di acqua salata, idrograficamente connessa con un oceano, che lambisce le coste dei continenti o delle isole; il termine può essere usato anche come sinonimo di oceano quando esprime un concetto generico
- Mari intercontinentali (Mar Mediterraneo, Mar delle Antille, Golfo del Messico)
- Mari continentali (Mar Baltico, Baia di Hudson, Mare di Baffin, Golfo Persico, Mar Rosso)
- Mari adiacenti (Mar d'Irlanda, Mare del Nord)
- Mari marginali epicontintali (Mare di Bering, Mare di Ohotsk, Mare del Giappone, Mare Cinese orientale/meridionale, Mare delle Filippine, ecc)



- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1 - MAR DI CORSICA | 11 - IONIO MERIDIONALE |
| 2 - MAR DI SARDEGNA | 12 - IONIO SETTENTRIONALE |
| 3 - CANALE DI SARDEGNA | 13 - ADRIATICO MERIDIONALE |
| 4 - MAR LIGURE | 14 - ADRIATICO CENTRALE |
| 5 - TIRRENO SETTENTRIONALE | 15 - ADRIATICO SETTENTRIONALE |
| 6 - TIRRENO CENTRALE SETTORE W | 16 - MEDITERRANEO OCCIDENTALE SETTORE ALBORAN |
| 7 - TIRRENO CENTRALE SETTORE E | 17 - MEDITERRANEO OCCIDENTALE SETTORE BALEARI |
| 8 - TIRRENO MERIDIONALE SETTORE W | 18 - MAR LIBICO |
| 9 - TIRRENO MERIDIONALE SETTORE E | 19 - MEDITERRANEO ORIENTALE SETTORE EGEO E SUD CRETA |
| 10 - STRETTO DI SICILIA | 20 - MEDITERRANEO ORIENTALE SETTORE MAR DI LEVANTE |



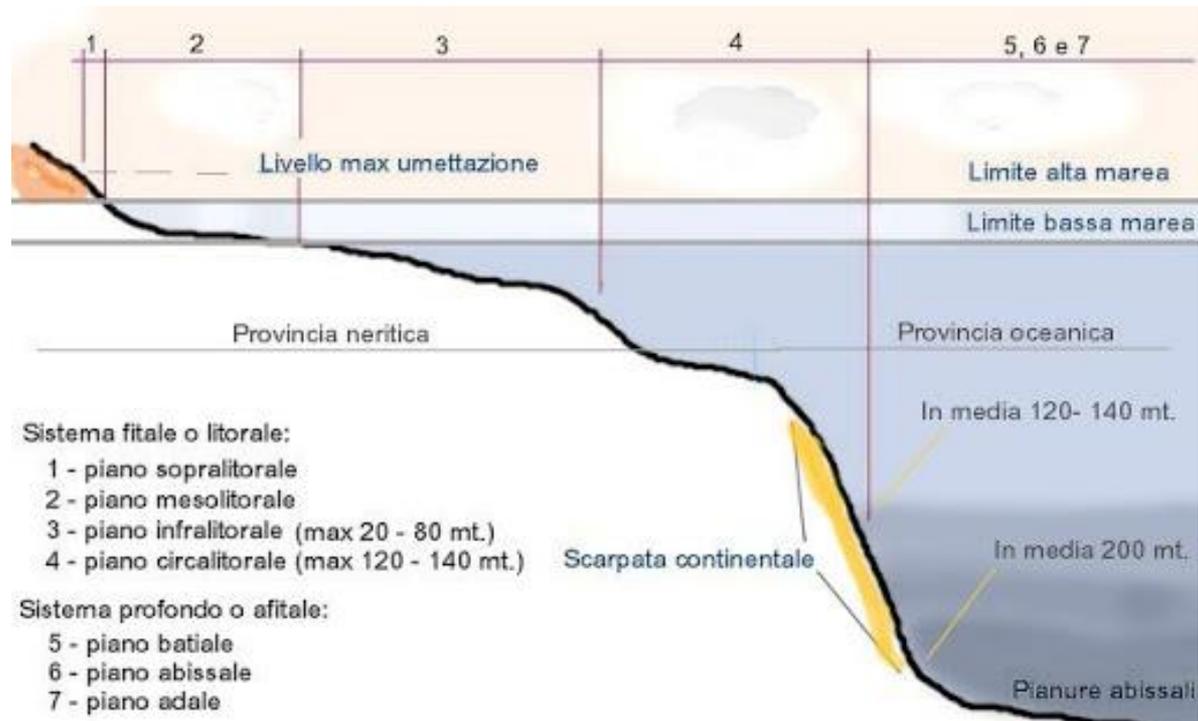
AMBIENTI MARINI

Ambienti marini

- **Ambiente litorale:** Zona di transizione fra aree emerse e aree sommerse (piana costiera, spiaggia, falesia), caratterizzato da diversi tipi di energia dominante (moto ondoso o correnti di marea) e da intensità e distribuzione dell'energia variabili; separa la parte permanentemente emersa del declivio costiero da quella permanentemente sommersa;
- **Ambiente neritico:** Si dice di zona o regione del mare compresa fra 0 e 200 m di profondità. Nella letteratura geologica, sedimento n. (o di piattaforma), sedimento deposto al di sotto del livello di base delle onde o del livello medio di bassa marea. Per le particolari condizioni offerte dalle acque della zona n., anche la fauna pelagica ha caratteristiche diverse da quella delle acque lontane dalla terra e perciò è detta fauna neritica;
- **Ambiente batiale:** Il piano batiale è un piano del dominio bentonico che si estende lungo la scarpata continentale a profondità tra i 200 e i 2000 metri. È compreso tra il cosiddetto piano circalitorale e il piano abissale;
- **Ambiente abissale:** Il piano abissale è un piano del dominio bentonico che si estende tra i 2000 ed i 6000 metri di profondità. È compresa tra il piano batiale e il piano adale presente solo nelle fosse oceaniche più profonde;

Zona eulitorale e sublitorale

- La parte più superficiale del dominio litorale fino a circa cinquanta metri di profondità, detta "eulitorale", offre condizioni biologiche propizie allo sviluppo di una fauna eccezionalmente ricca;
- nella parte inferiore del dominio litorale, detta "sublitorale", i fondi sono in prevalenza melmosi, la vegetazione è molto ridotta o manca del tutto e le condizioni passano al dominio neritico e abissale. La fauna è spesso molto abbondante, più uniforme di quella che vive sui fondi eulitorali.



PROPRIETÀ DELL'ACQUA DI MARE

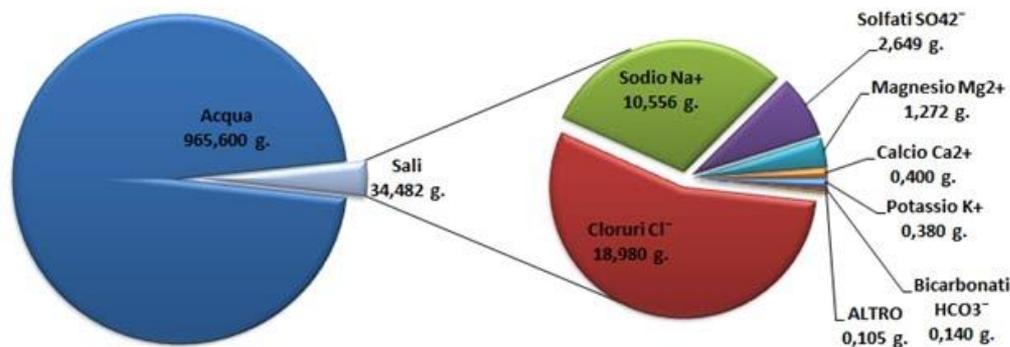
Proprietà dell'acqua di mare

- Composizione
- Salinità
- Gas disciolti
- Temperatura
- Ghiacci marini
- Inquinamento

Composizione del mare



composizione media 1 Kg. di acqua di mare



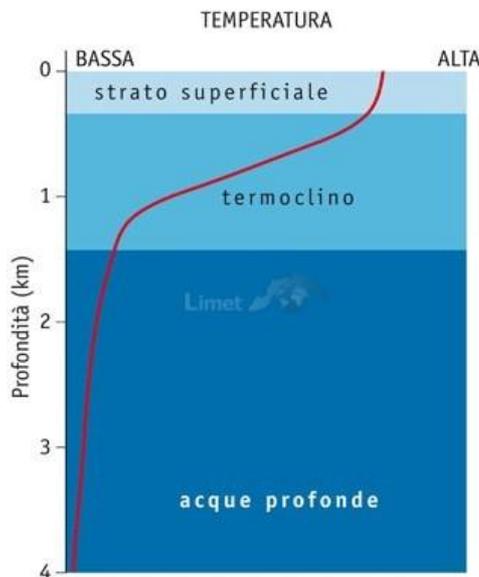
- La quantità totale dei sali può subire variazioni (acqua salata, acqua salmastra, ecc), i rapporti tra i componenti rimangono costanti (Dittmar, 1884)
- La salinità si può misurare o misurando la clorinità ($S=1,80655$ Cl), o con misure di conducibilità elettrica
- In mare, il 55% degli ioni sciolti è costituito da cloro, nei fiumi solo il 6,5%, anche se in questi ultimi non c'è un rapporto costante tra i componenti

Temperatura

- La temperatura varia sia orizzontalmente che verticalmente;
- Negli oceani dell'emisfero boreali sono in media di poco superiori a 19°C , quello australe di 16°C ;
- La temperatura in superficie decresce di $0,5^{\circ}\text{C}$ ogni grado di latitudine (27°C nei mari equatoriali e -2°C ai poli);
- A causa del rimescolamento operato dal moto ondoso, tra 150-200 m e 1000 m di profondità c'è una zona di rapida diminuzione, detta termocline (assente negli oceani alle elevate altitudini)
- Sotto, i valori decrescono fino a circa $1-3^{\circ}\text{C}$

Temperature medie

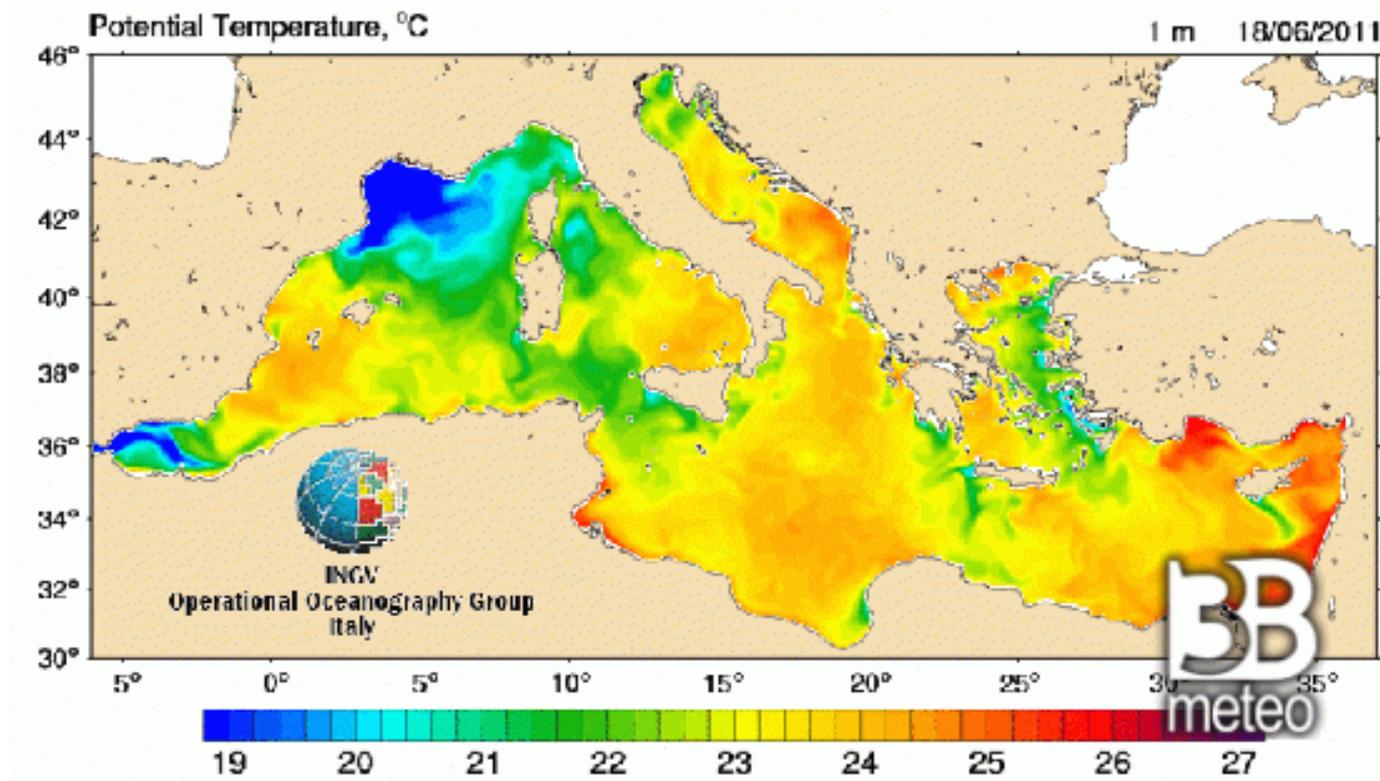
Profondità	60° lat. N		Equatore			60° lat. S		
	Atlantico	Pacifico	Atlantico	Pacifico	Indiano	Atlantico	Pacifico	Indiano
Superficie	7°	4°	27°	27°	27°	0,3°	1°	0,8°
-100 m	10°	3°	21°	25°	23°	0,1°	1,9°	0,6°
-500 m	8°	3,5°	7°	8°	12°	2,5°	1,7°	1,2°
-1 000 m	6°	3°	4°	4,5°	6°	0,9°	2°	1,5°
-3 000 m	2°	2°	2,8°	1,7°	3°	0,3°	0,1°	0,1°



Il termoclino è lo strato di transizione tra lo strato rimescolato di superficie e lo strato di acqua profonda.

Nel Mar Mediterraneo, durante il periodo estivo le acque superficiali possono superare i 28°. Le acque superficiali galleggiano su quelle profonde, le quali, mantenendosi ad una temperatura media intorno ai 13 °C per tutto l'anno (non scende mai al di sotto dei 10 °C), presentano una densità maggiore di quelle più calde superficiali. In pratica si forma un termoclino già fra i 15 ed i 40 m. In inverno tra 150 e 400 m.

Temperatura nel Mediterraneo



Salinità

- La salinità media degli oceani è di 35‰, ovvero 35g/l;
- La salinità delle acque superficiali è in relazione ad evaporazione, precipitazioni meteoriche e fusione dei ghiacciai, e, in misura minore, con la latitudine (valori minori alle alte latitudini e viceversa);
- Salinità più elevate si trovano nel Mediterraneo orientale (35‰) e nel Mar Rosso (35‰)
- La salinità delle acque profonde è variabile in relazione alle correnti profonde;
- Alle medie e basse latitudini può verificarsi un aloclino, con diminuzione rapida della salinità verso il basso

Relazione tra salinità e densità

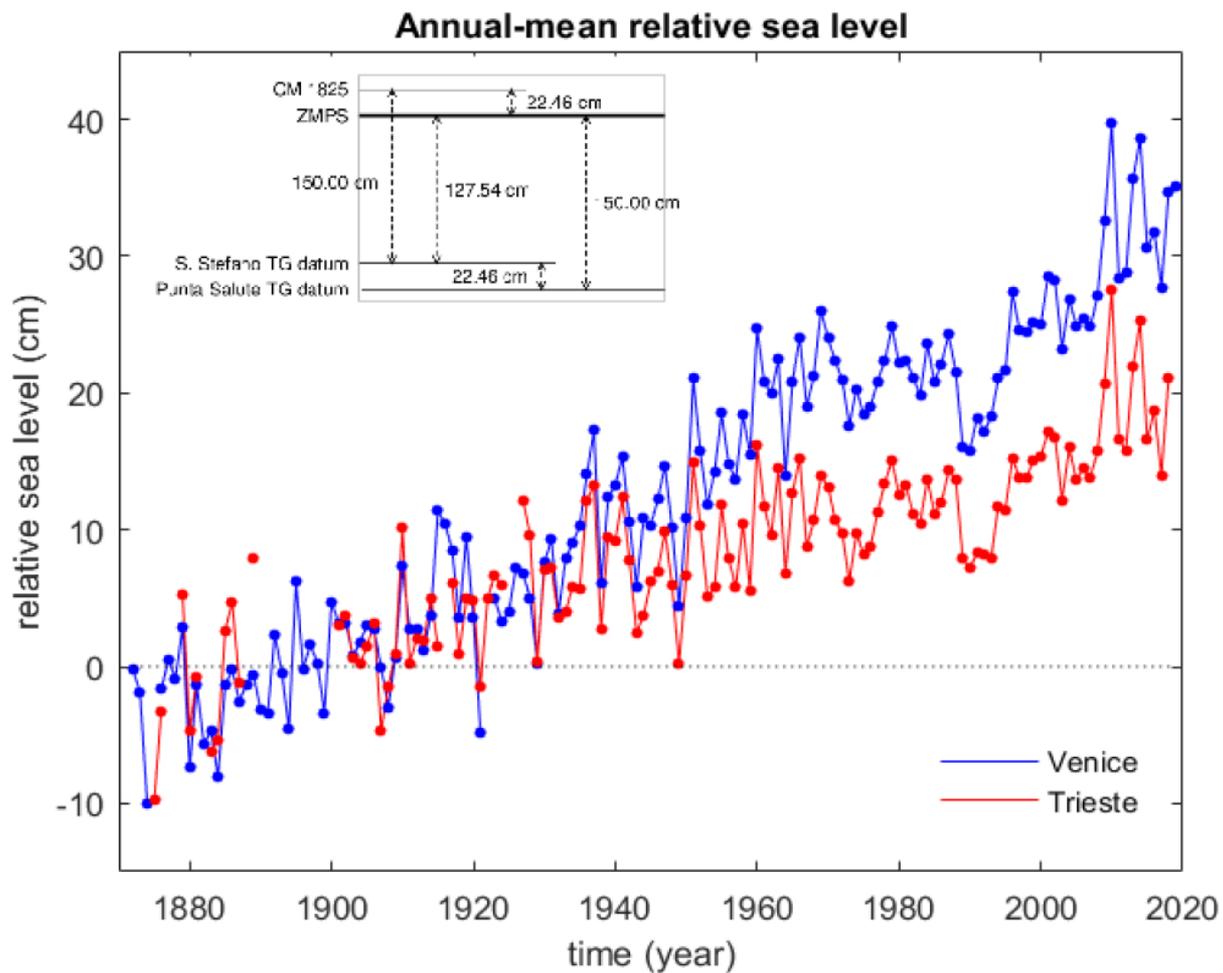
Salinità	Densità
‰	kg/l
42,50	1,029
41,00	1,028
40,00	1,027
38,50	1,026
37,00	1,025
36,00	1,024
34,50	1,023
33,00	1,022
32,00	1,021
30,50	1,020

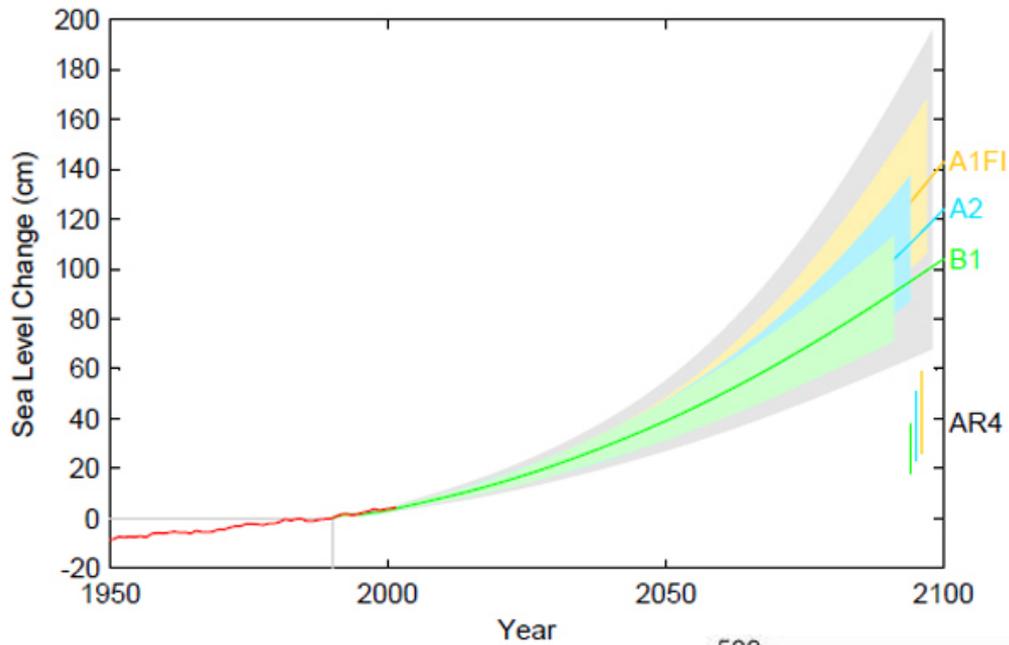
IL LIVELLO DEL MARE

Il livello del mare

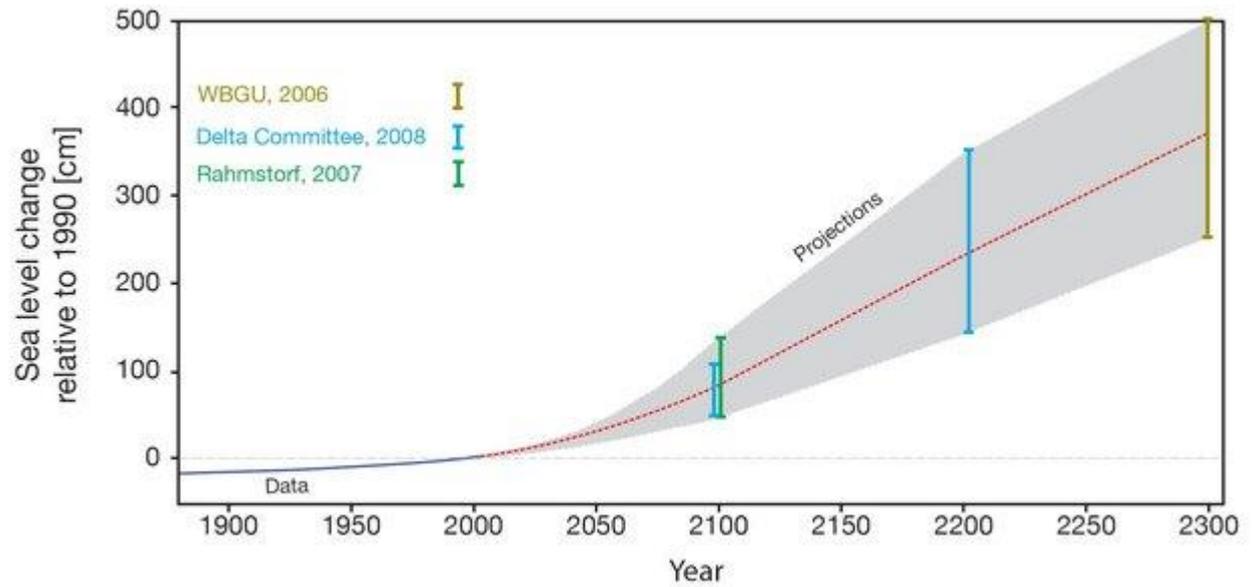
- L'altezza del **livello del mare** non è costante nel tempo, ma varia su scala globale in funzione dell'aumentare o del diminuire del *volume di acqua disponibile negli oceani*: questa variabilità dipende essenzialmente dalle **oscillazioni climatiche** indotte dalle periodiche variazioni dei parametri orbitali del pianeta (Isprambiente);
- Il livello del mare relativo misurato in una data località è la somma delle componenti eustatiche, isostatiche e tettoniche;
- Il livello del mare è variato durante la storia geologica. Queste variazioni hanno lasciato numerose evidenze via via che ci si avvicina ai tempi attuali;

Variazioni del livello del mare





Proiezioni di slc nel futuro



Slc nel futuro



*INDICATORI DI ANTICHI LIVELLI
DEL MARE*

Terrazzi marini

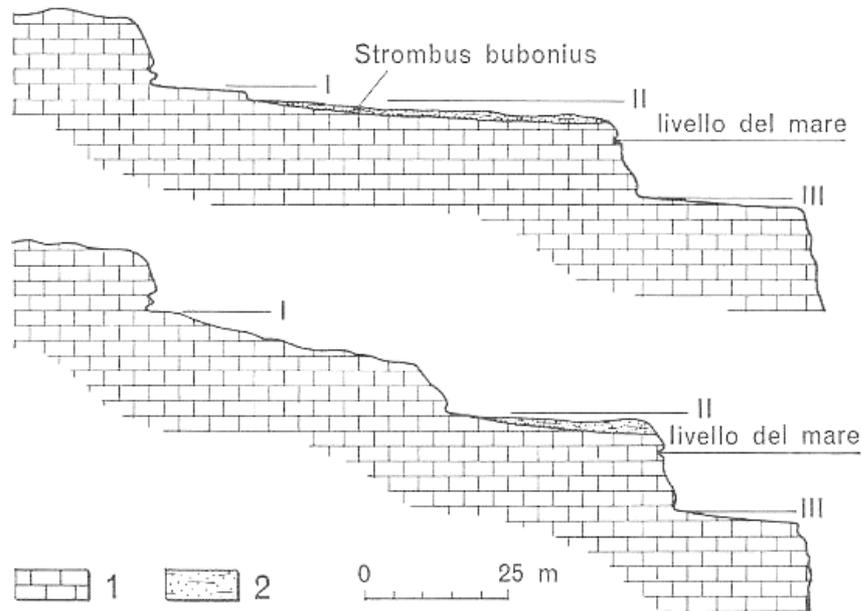
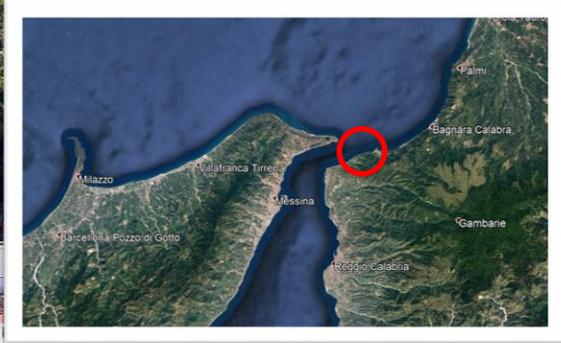
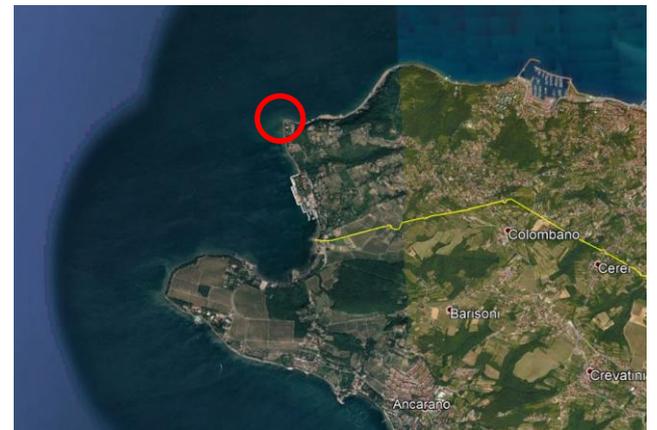


Fig. 13.16. Profili di terrazzi marini con tre livelli sovrapposti, sulla costa orientale della Sicilia, presso Augusta (secondo A. DI GRANDE e G. SCAMARDA, in « Boll. Sedute Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania », 1973, semplif. e ridis.).

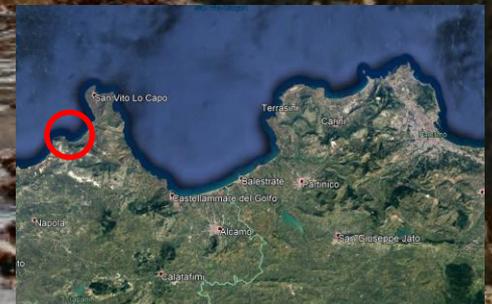
1. Calcarei del Miocene; 2. Conglomerati e breccie, con *Strombus bubonius*. I due profili sono stati tracciati a 150 m di distanza. La correlazione dei terrazzi dall'uno all'altro e l'attribuzione ai tre ordini (I, II, III) è stata fatta non in base all'altitudine, ma osservando la continuità morfologica delle ripe d'abrasione e delle spianate. Gli autori concludono che al tempo della formazione dei terrazzi (attribuiti al *Tirreniano*), oltre a probabili oscillazioni eustatiche del livello marino, si sono verificati movimenti tettonici che hanno diversamente spostato i terrazzi. Tutta la costa siracusana si trova attualmente in fase di abbassamento tettonico.

MIS 5.5 inner margin 127 m





San Vito lo Capo - Sicilia

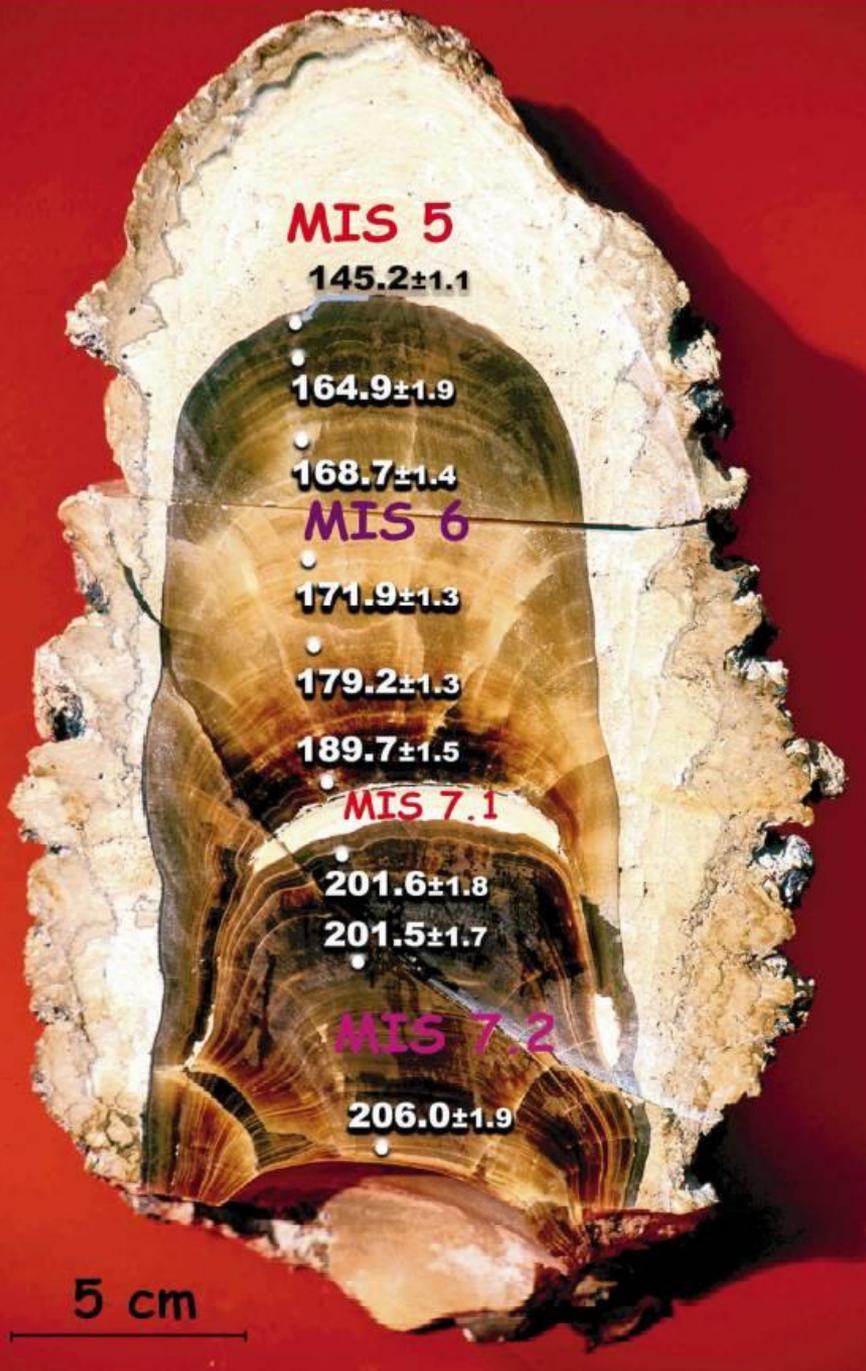


Solco marino



Speleotemi

- Molte stalagmiti e stalattiti rivelano la sovrapposizione di livelli di lamine calcitiche e di concrezionamenti marini relativi ad altrettante trasgressioni marine, preservate proprio dai concrezionamenti continentali.



ONDE

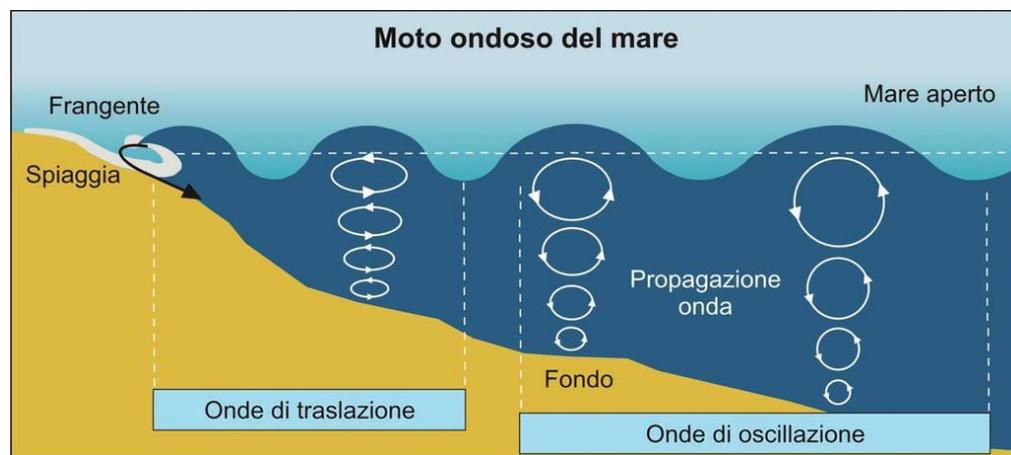


Moto ondoso e coste

- Le onde sono provocate dall'azione del vento (onde vive). Possono propagarsi a grandi distanze dalla zona in cui sono state generate (onde morte);
- Un'onda viene definita dalla lunghezza (L), ovvero la distanza tra due creste consecutive, l'altezza (H), ovvero la distanza tra cavo e cresta. L'ampiezza è definita come metà dell'altezza ($H/2$). Il periodo (T) è il tempo per completare un'oscillazione completa. $1/T$ è definita frequenza
- Le altezze raramente superano i 7 m, ma in certi casi possono superare i 15-20 m;
- Periodo e ampiezza delle onde dipendono dalla velocità e durata del vento e dal fetch.

Onde in acque con profondità diverse

- Onde di acqua bassa: $h < L/4$
- Onde di acqua alta: $h > L/20$, sono onde sinusoidali, in cui le orbite descrivono orbite circolari
- Onde sulla spiaggia: Quando il fondo è inferiore a $L/2$, le traiettorie circolari assumono forma ellittica e, sul fondo, andamento rettilineo



Processi erosionali sulle coste basse

- Le spiagge sono zone litoranee costituite da materiale sciolto in prevalenza sabbioso o ghiaioso. Da mare verso terra si riconoscono varie zone:
 - Spiaggia sottomarina (*offshore zone*);
 - Zona dei frangenti (*breaker zone*), con barra litoranea (*longshore bar*);
 - Zona di traslazione (*surf zone*);
 - Zona di transizione;
 - Battigia (*swash zone*);
 - Spiaggia emersa, con berma ordinaria, berme di vari gradi, berma di tempesta
 - Verso terra òa spiaggia può essere delimitata dalle dune costiere o da una falesia

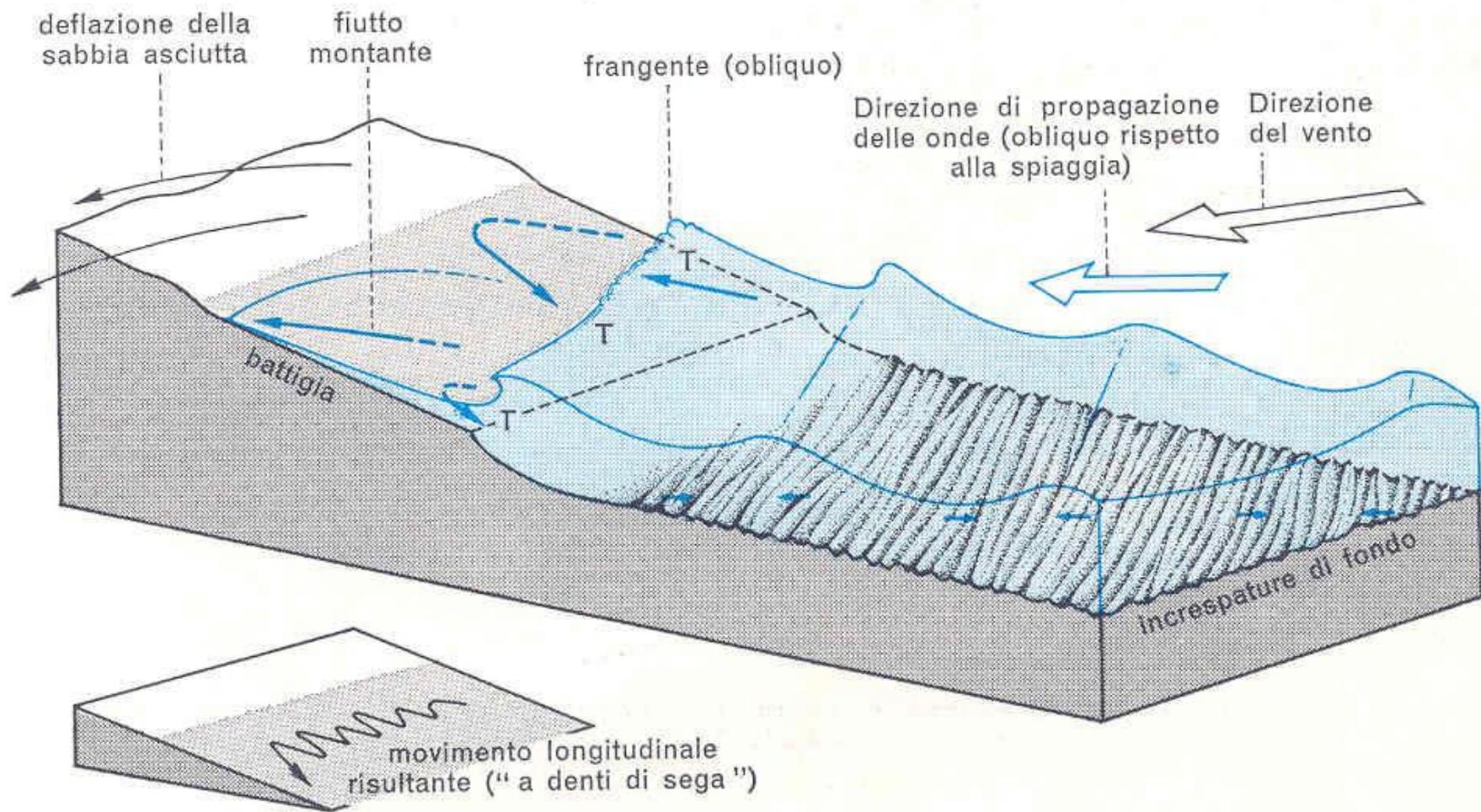
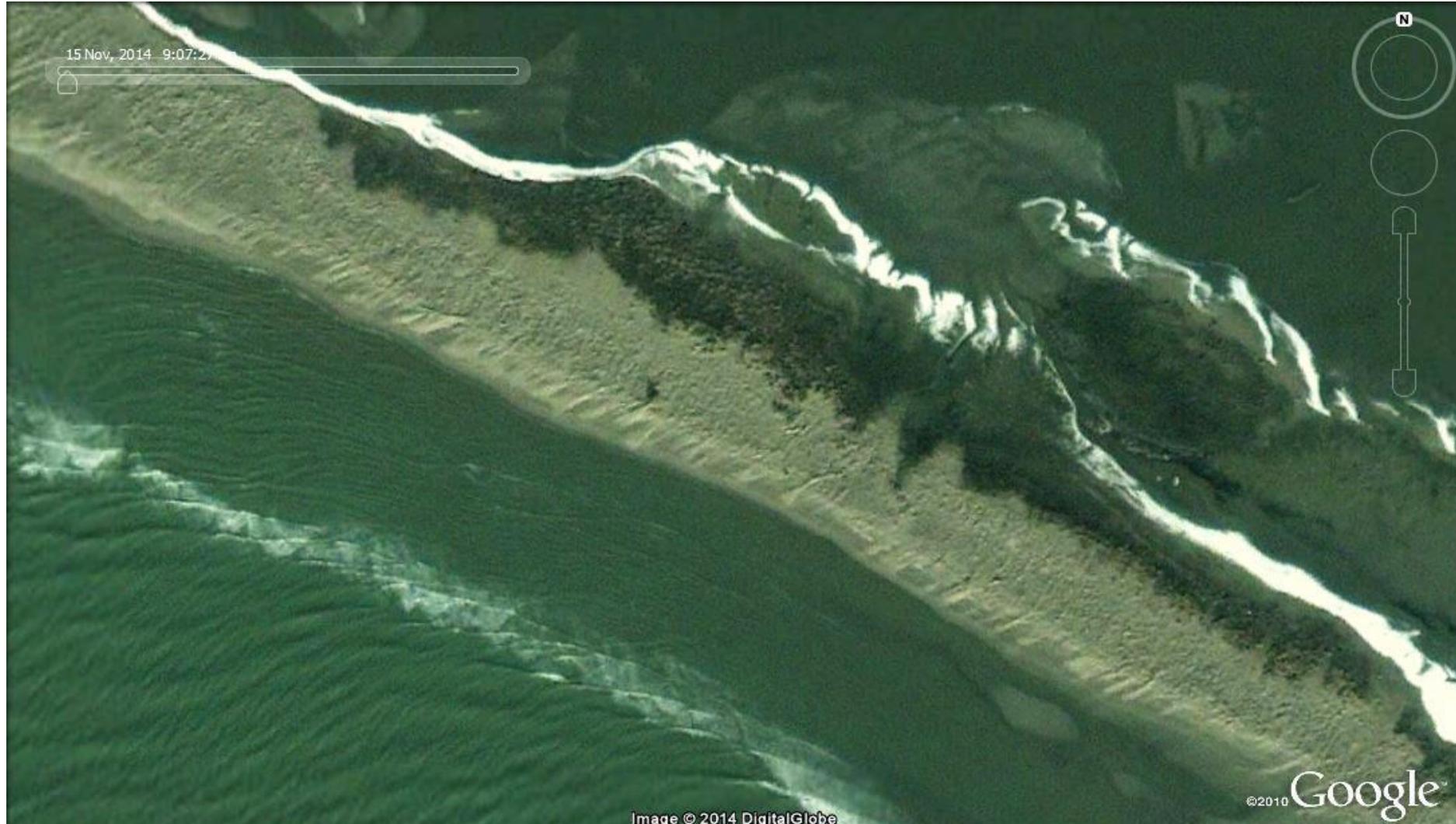


Fig. 13.20. Schema dei movimenti della sabbia sulla spiaggia ad opera di onde oblique e del vento.

Sulla battigia: movimento a denti di sega, per effetto del *flutto montante* o *getto di riva*, e della *risacca*. T. turbolenza, sollevamento della sabbia. *Nella parte sommersa, per effetto delle onde di oscillazione:* le piccole frecce indicano movimento limitato in avanti e indietro dei granuli di sabbia; può prevalere il movimento in uno dei due sensi, e può aggiungersi l'effetto di correnti, come viene spiegato nel testo. *Oltre la battigia:* sulla sabbia asciutta ha presa il vento.

Adriatico (Italia)



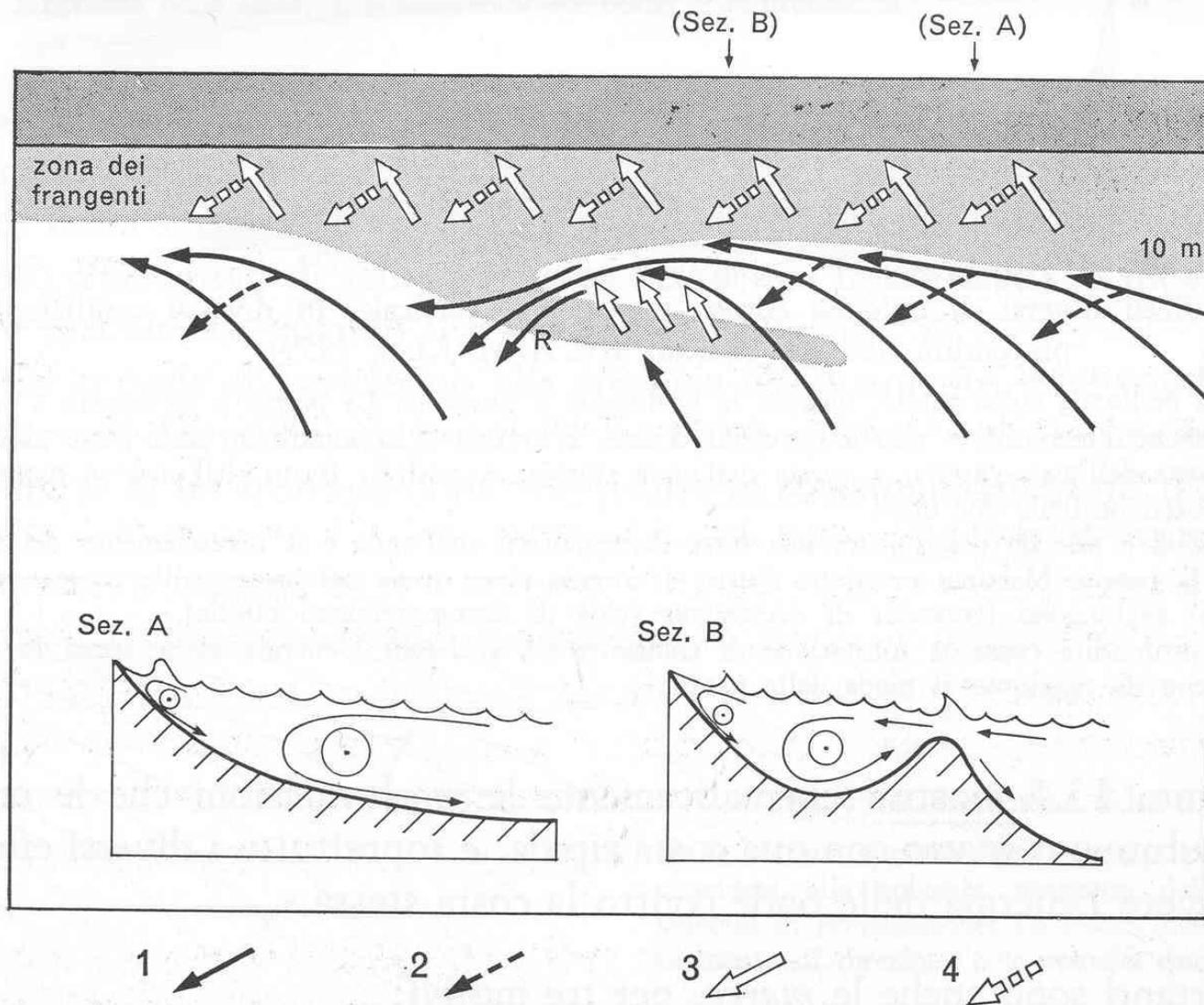


Fig. 13.6. Schema di una corrente litoranea generata da forte vento obliquo alla spiaggia (disegno modif., da D. J. P. SWIFT, in *The Geology of continental margins*, a cura di C. A. BURK e C. L. DRAKE, New York, 1974, col permesso della Springer Verlag).

1. Corrente di deriva provocata dal vento, in superficie; 2. Corrente di deriva provocata dal vento, sul fondo; 3. Corrente provocata dai frangenti in superficie; 4. Corrente di compensazione sul fondo. R. Corrente di risucchio, in questo caso obliqua.

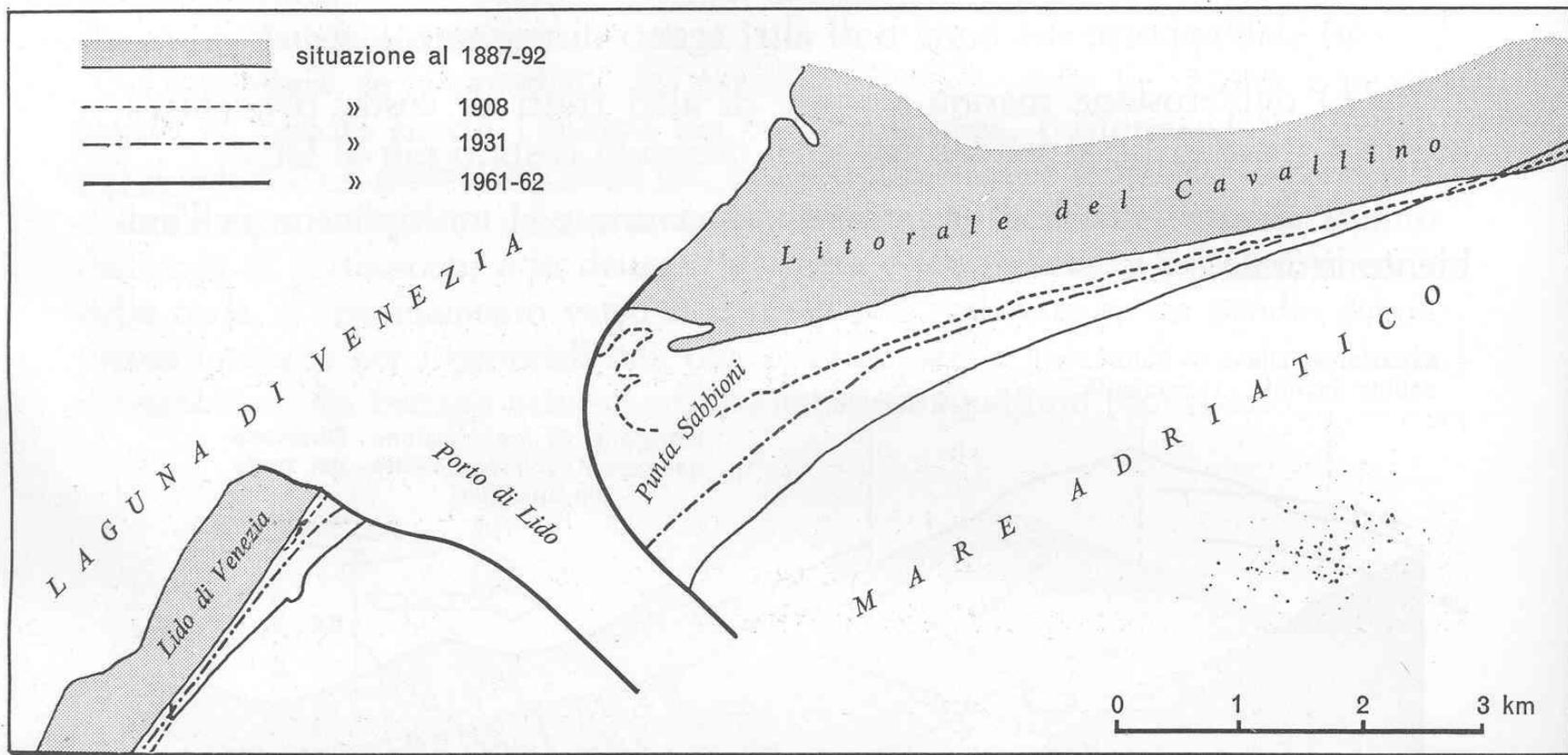


Fig. 13.21. Lidi di Venezia: effetti del trasporto litoraneo della sabbia, prevalente da Est ad Ovest, bloccato dalla presenza di dighe artificiali costruite negli anni 1872-1891 (da M. ZUNICA, *Le Spiagge del Veneto*, 1971).

Spiaggia (Playa Beach, Florida, USA)



MAREE

Le maree

- La **marea** è un fenomeno periodico di ampie masse d'acqua che si innalzano (flusso) e abbassano (riflusso) anche di 10-15 metri (nella baia di Mont Saint-Michel). La frequenza può essere giornaliera o di una frazione di giorno (circa ogni sei ore), a causa di due fattori:
 - l'attrazione gravitazionale esercitata sulla Terra dalla Luna, che, pur essendo circa duecento volte meno intensa dell'attrazione esercitata dal Sole, è la principale responsabile delle maree, in conseguenza del fatto che la misura del diametro terrestre non è del tutto trascurabile rispetto alla distanza tra la Luna e la Terra, mentre lo è rispetto alla distanza tra la Terra e il Sole.
 - la forza centrifuga dovuta alla rotazione del sistema Terra-Luna intorno al proprio centro di massa.

Maree di sizigia e quadratura

- Marea di sizigia
- Marea di quadratura

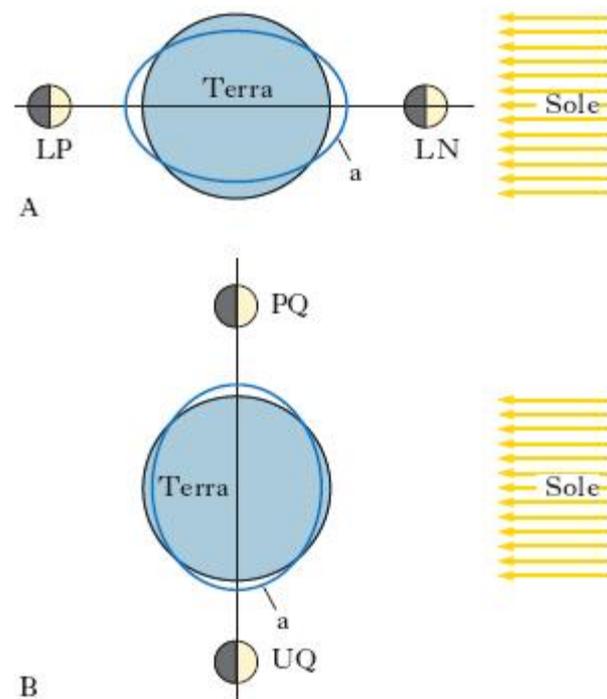
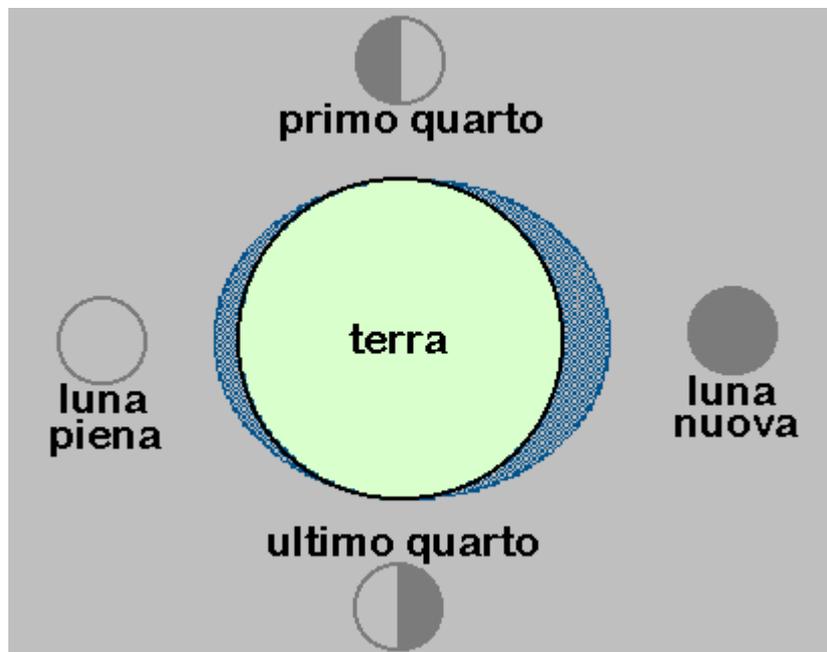
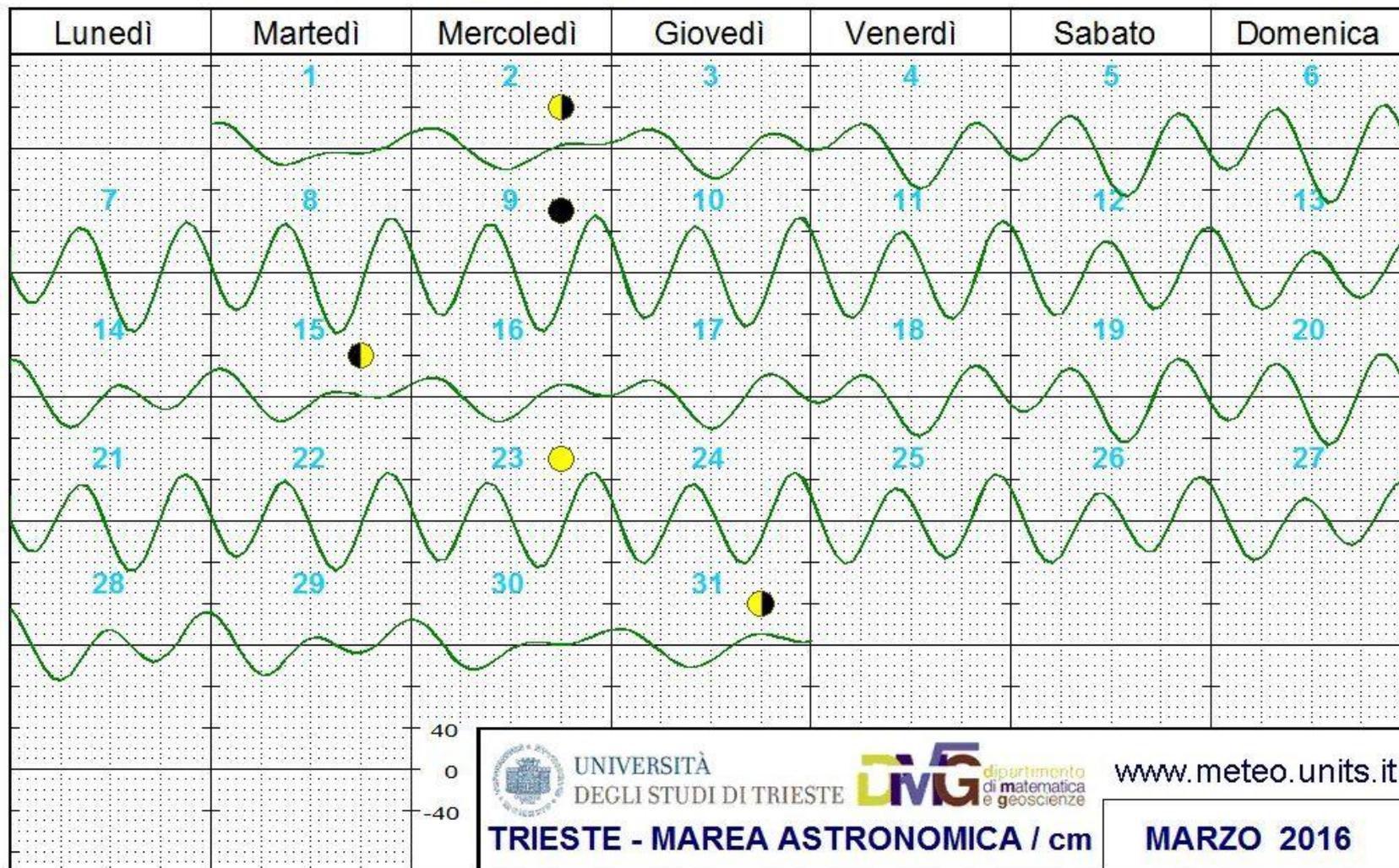


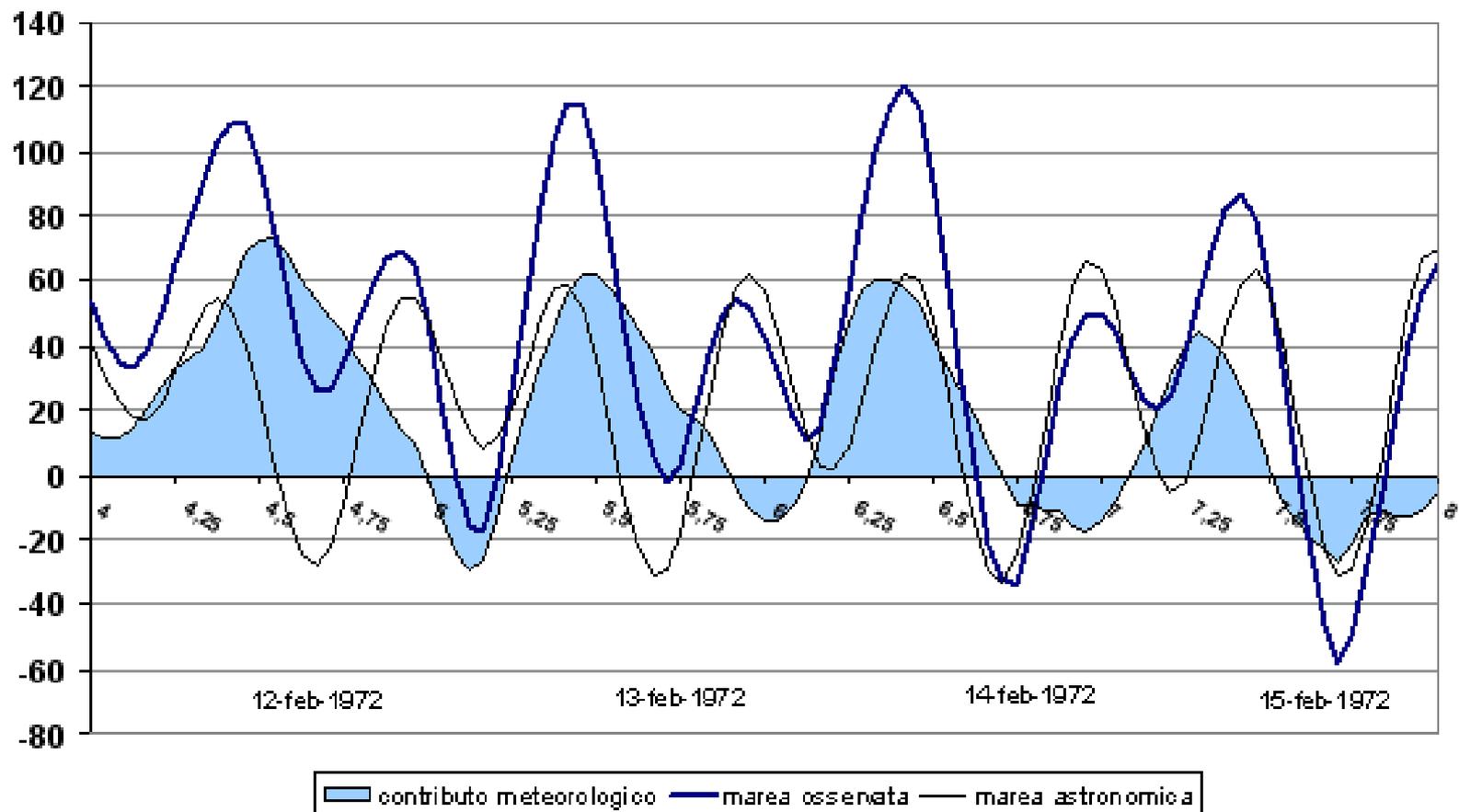
Tabelle di marea

● L.N. ● P.Q. ● L.P. ● U.Q.



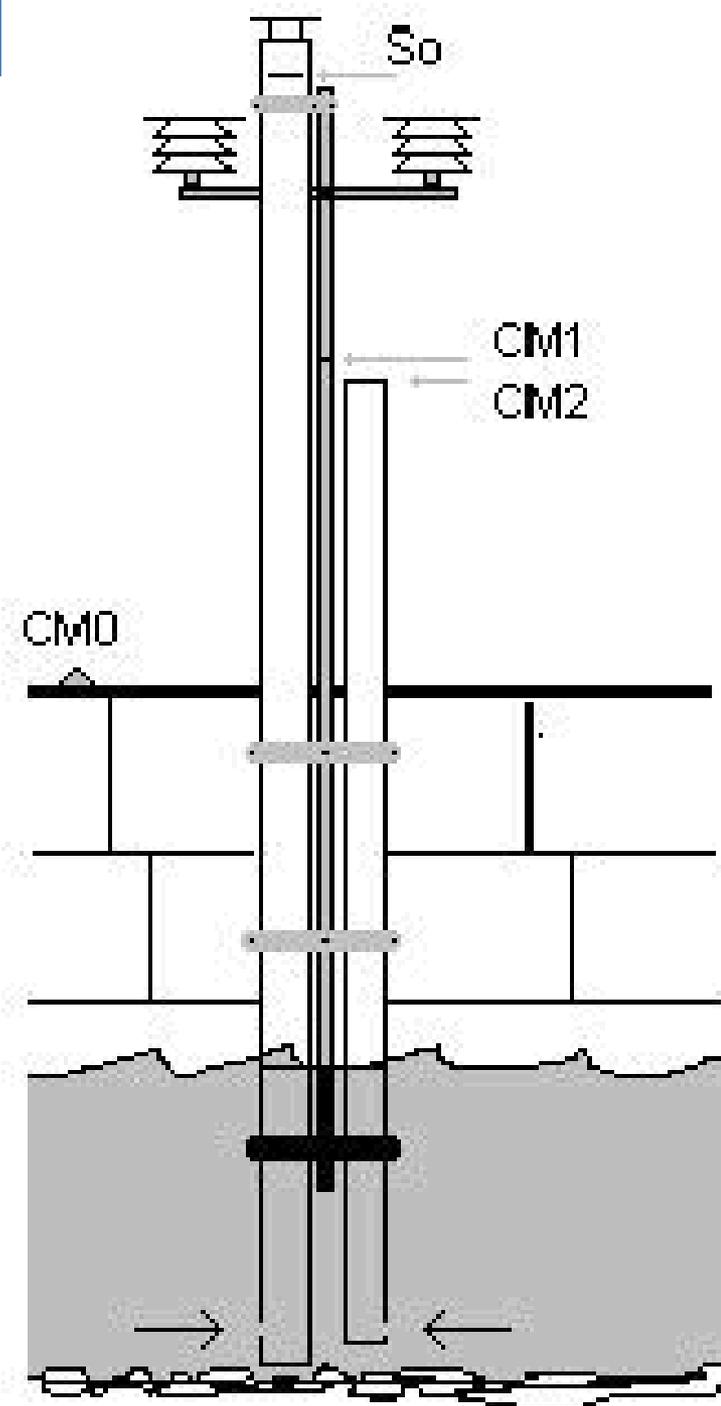
Variazioni di marea

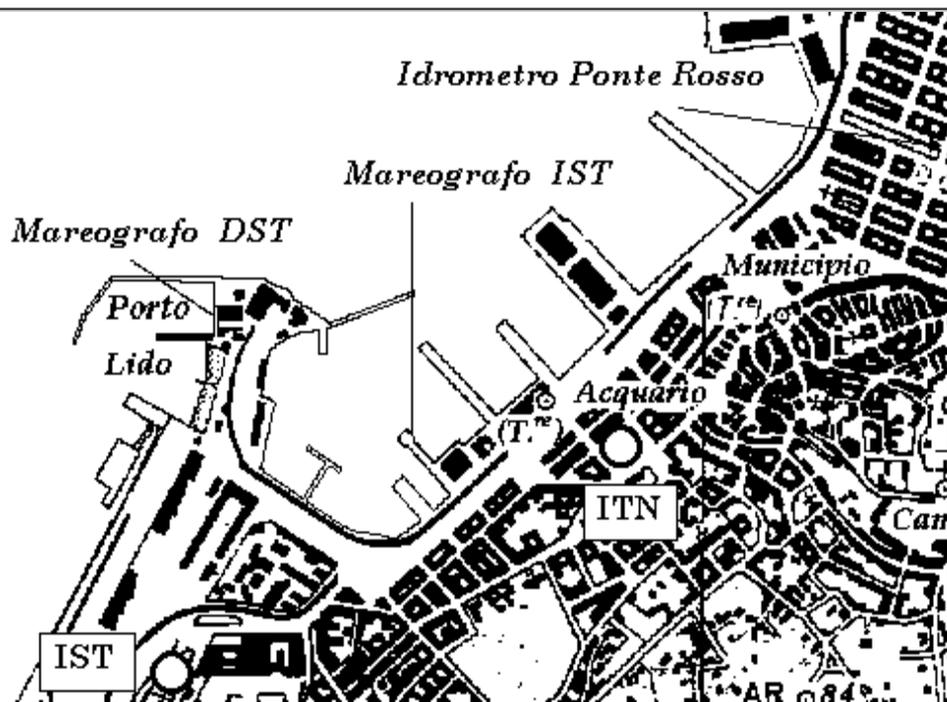
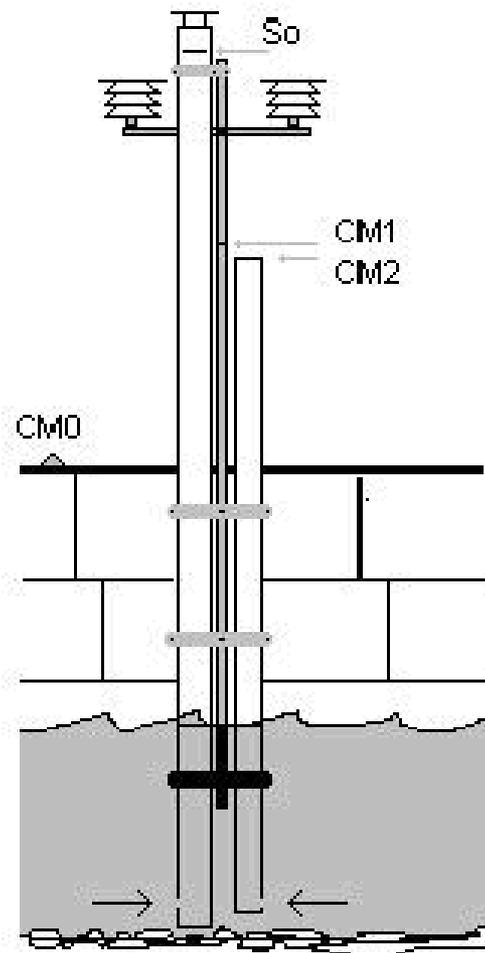
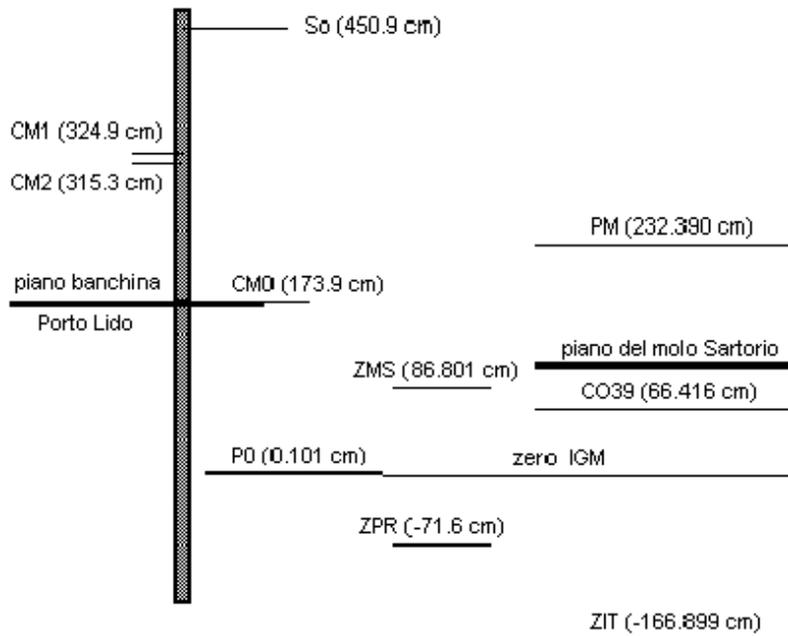
12 feb 1972: ore 10.45 cm 111 - 13 feb 1972: ore 10.20 cm 118 - 14 feb 1972: ore 10.00 cm 120



Misurare le strutture

- Le misure di profondità o di quota delle strutture vengono fatte con strumentazione tradizionale (metri, livelle, distanziometri, ecc) o GPS differenziali.
- Le misure eseguite con strumenti tradizionali necessitano di correzioni con i mareografi o con le tabelle di previsione delle maree corrette per le condizioni meteorologiche (pressione, vento, onde, ecc.) che possono influenzare il livello del mare.



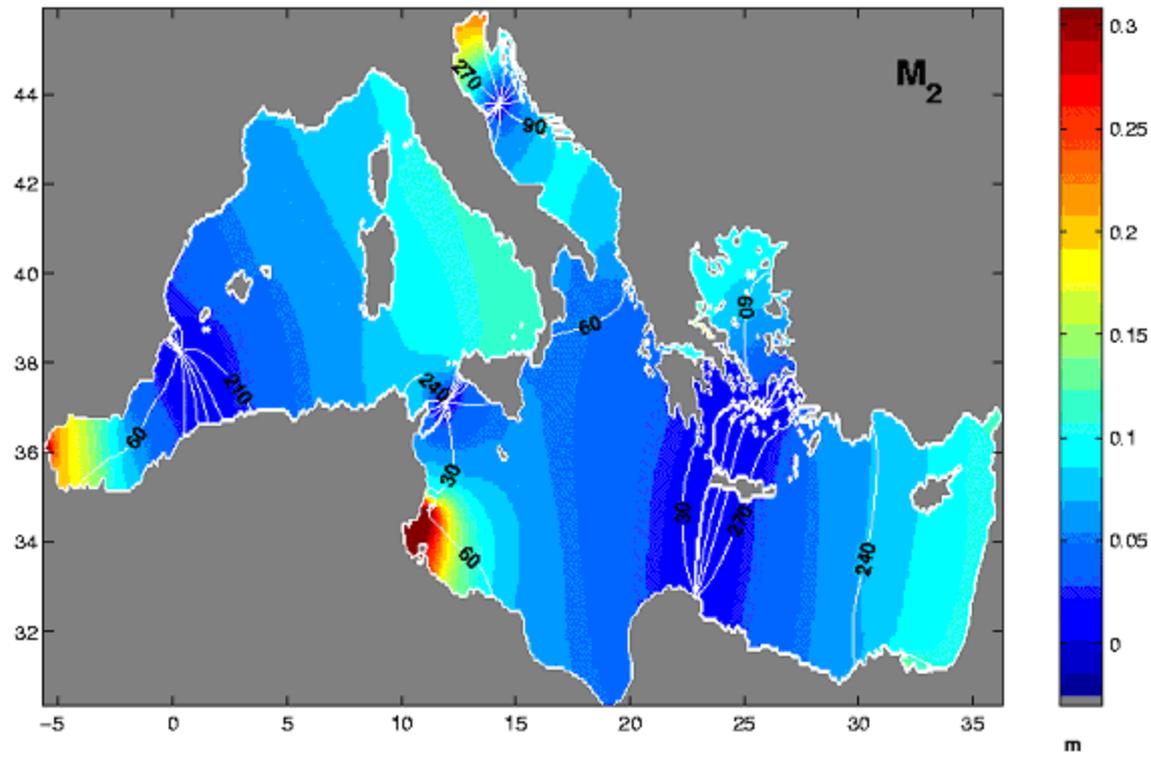
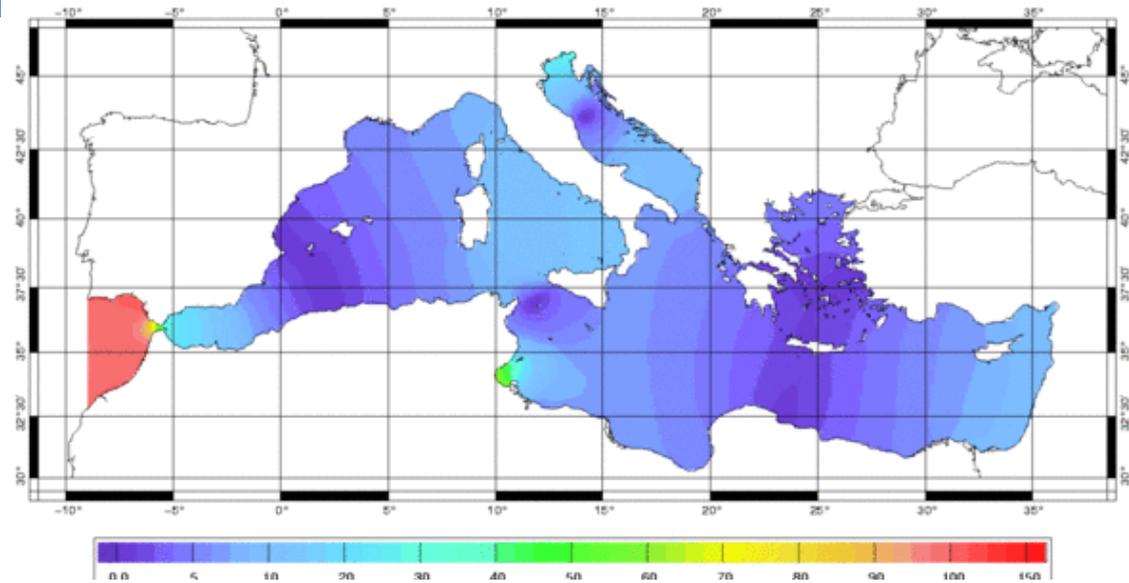


Mareografo



Mareografo di Marsiglia

Ampiezza di marea nel Mediterraneo



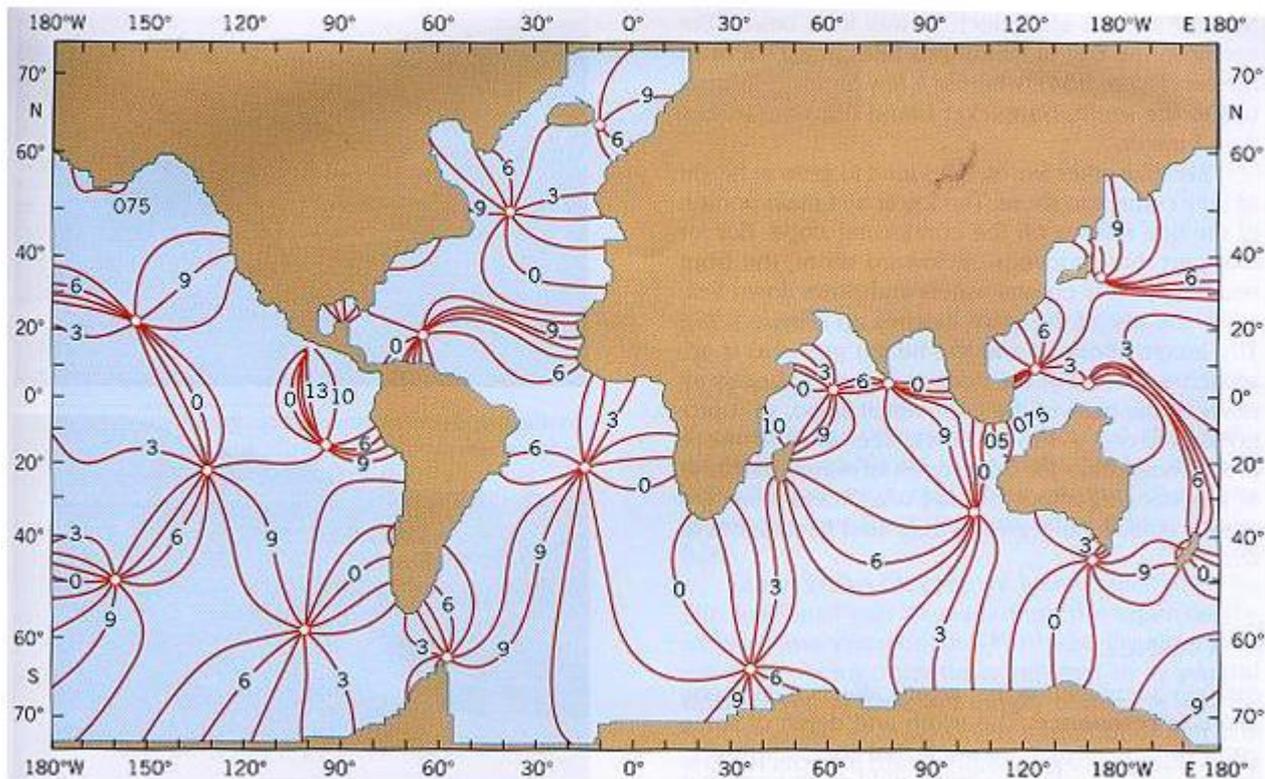
Maree

- Alta e bassa marea a Mount Saint Michel. La marea supera i 15 m
- Nella Baia di Fundy, in Canada, la marea ha un ampiezza massima di 20 m



Punto anfidromico

Punti anfidromici sulla Terra



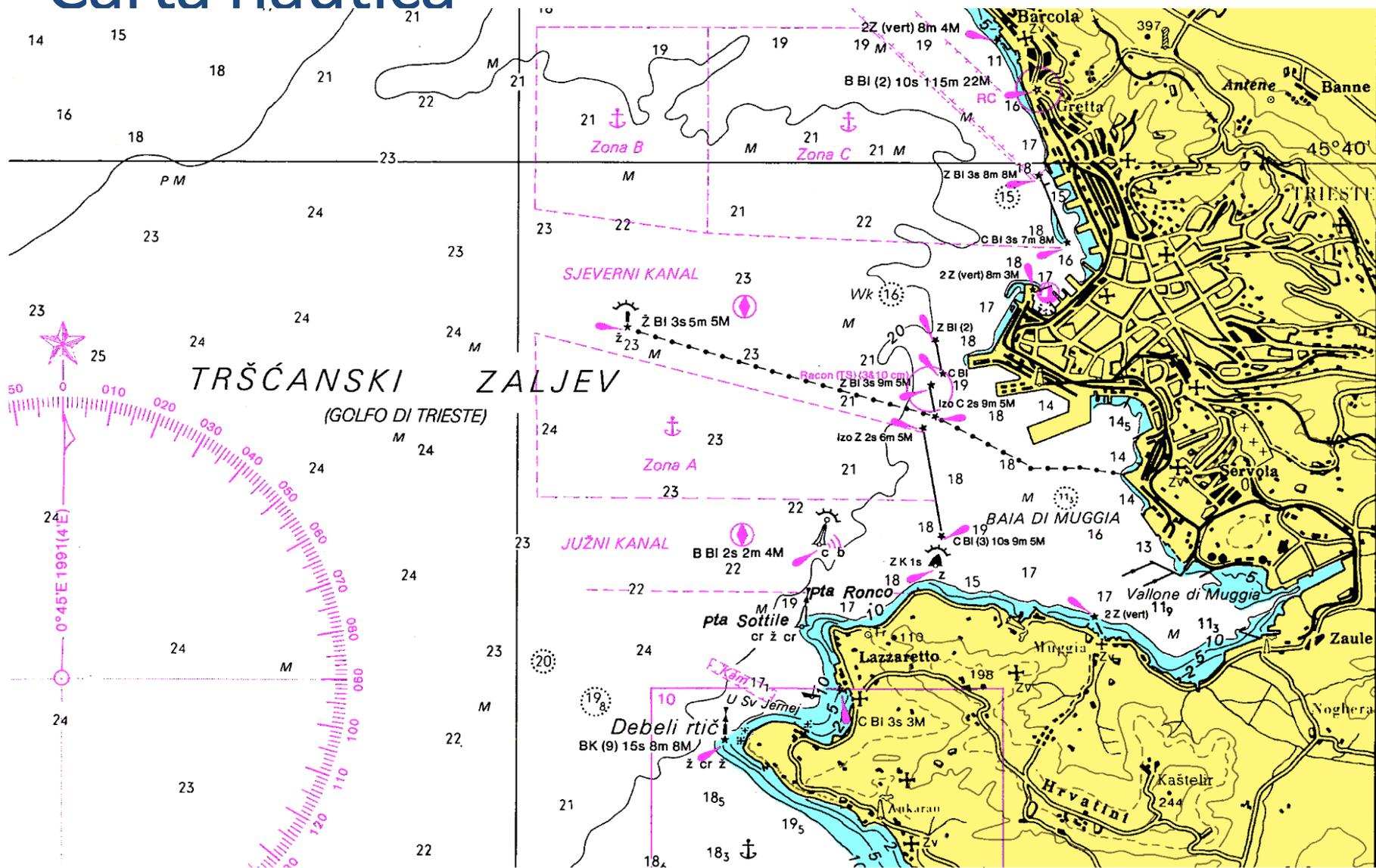
Punto Anfidromico in Adriatico

Mascaret

- Il mascheretto è un fronte d'onda che risale l'estuario di un fiume o l'imboccatura di una baia.



Carta nautica



CLASSIFICAZIONE DELLE COSTE

CLASSIFICAZIONE DELLE COSTE

Esistono diverse classificazioni delle coste, descrittive o genetiche:

- 1) la forma della costa emersa e sommersa
- 2) l'influenza del clima sui processi e sulle forme
- 3) il movimento relativo del mare e della costa (le variazioni del livello marino)
- 4) gli effetti dei processi marini sulla costa
- 5) il fattore tempo

Nelle osservazioni viene considerato anche il fattore di scala, che può essere **globale, continentale, regionale, locale**

Le categorie di fenomeni studiati nelle classificazioni costiere possono essere distinte in :

- 1) forme
- 2) processi
- 3) materiali
- 4) ambiente
- 5) stadio di sviluppo (giovinezza, maturità, vecchiaia)

CLASSIFICAZIONI DELLE COSTE SULLA BASE DEI PROCESSI

Classificazione legata alle variazioni del livello marino

- Coste di emersione, sommersione, stabili (Gulliver, 1899; Johnson, 1919)

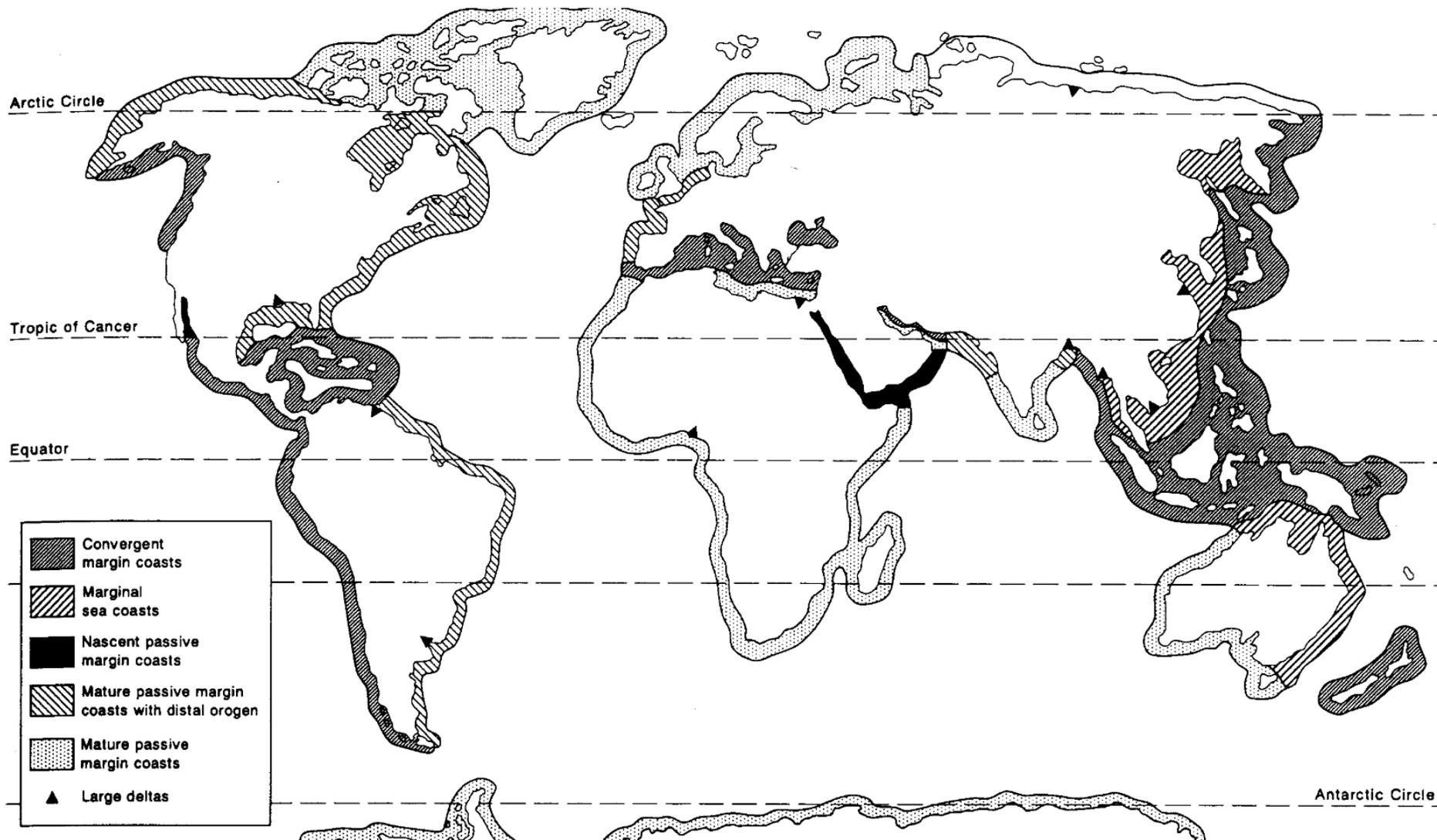
Contesto geotettonico costiero

- Province geotettoniche (Fairbridge, 1992)
- Coste di tipo "Atlantico" e "Pacifico" (Suess, 1888)
- Coste di regioni stabili e mobili (Cotton, 1918)

Ambiente genetico

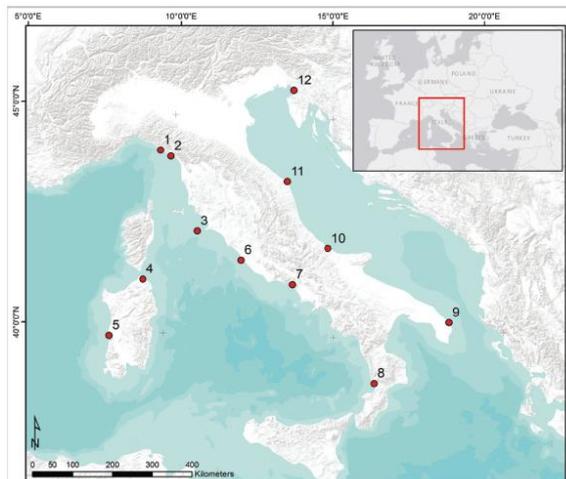
- Coste primarie e secondarie (Shepard, 1937, 1948, 1973)

Tipi di coste



GIUSEPPE MASTRONUZZI ^{1*}, DOMENICO ARINGOLI ², PIETRO P.C. AUCELLI ³,
MAURIZIO A. BALDASSARRE ⁴, PIERO BELLOTTI ⁴, MONICA BINI ⁵, SARA BIOLCHI ⁶,
SARA BONTEMPI ⁴, PIERLUIGI BRANDOLINI ⁷, ALESSANDRO CHELLI ⁸, LINA DAVOLI ⁴,
GIACOMO DEIANA ⁹, SANDRO DE MURO ¹⁰, STEFANO DEVOTO ⁶, GIANLUIGI DI PAOLA ¹¹,
CARLO DONADIO ¹², PAOLA FAGO ¹, MARCO FERRARI ⁷, STEFANO FURLANI ⁶,
ANGELO IBBA ¹⁰, ELVIDIO LUPIA PALMIERI ⁴, ANTONELLA MARSICO ¹, RITA T. MELIS ⁹,
MAURILIO MILELLA ¹, LUIGI MUCERINO ⁷, OLIVIA NESCI ¹³, PAOLO E. ORRÚ ¹²,
VALERIA PANIZZA ¹⁴, MICLA PENNETTA ¹², DANIELA PIACENTINI ¹³,
ARCANGELO PISCITELLI ¹, NICOLA PUSCEDDU ⁷, ROSSANA RAFFI ⁴, CARMEN M. ROSSKOPF ¹¹,
PAOLO SANSÓ ¹⁵, CORRADO STANISLAO ¹², CLAUDIA TARRAGONI ⁴, ALESSIO VALENTE ¹⁶

GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE ITALIAN COAST: FROM A DESCRIPTIVE TO A MORPHODYNAMIC APPROACH



Le coste italiane

LE COSTE BASSE

Le coste basse

- Sono rappresentate dalle spiagge, ovvero accumuli di sedimenti sciolti di origine e dimensione variabile
- I fattori che determinano le caratteristiche di questi ambienti sono prevalentemente di tipo meccanico (onde, maree, correnti e vento) e in subordine climatiche, biologiche e chimiche
- I sedimenti provengono possono provenire dall'alterazione superficiale delle rocce affioranti nel bacino idrografico di riferimento o dall'erosione di depositi recenti situati in zone costiere adiacenti, quali ad esempio le formazioni conglomeratiche
- Può essere significativa la componente organogena all'interno dei depositi

Limite verso mare e verso terra

- Il limite esterno, verso il largo della spiaggia sommersa, è la profondità oltre la quale si considerano trascurabili, per un dato tempo di ritorno, le variazioni morfologiche del fondale, ovvero la profondità oltre la quale l'energia del moto ondoso non è più in grado di determinare spostamenti significativi di sedimento
- Il limite interno è collocato in corrispondenza delle dune poiché si tratta delle aree in cui non si risente più, a meno di mareggiate eccezionali, del moto ondoso, ed il vento è in grado di movimentare la sabbia asciutta della spiaggia emersa.

Le forme di una spiaggia

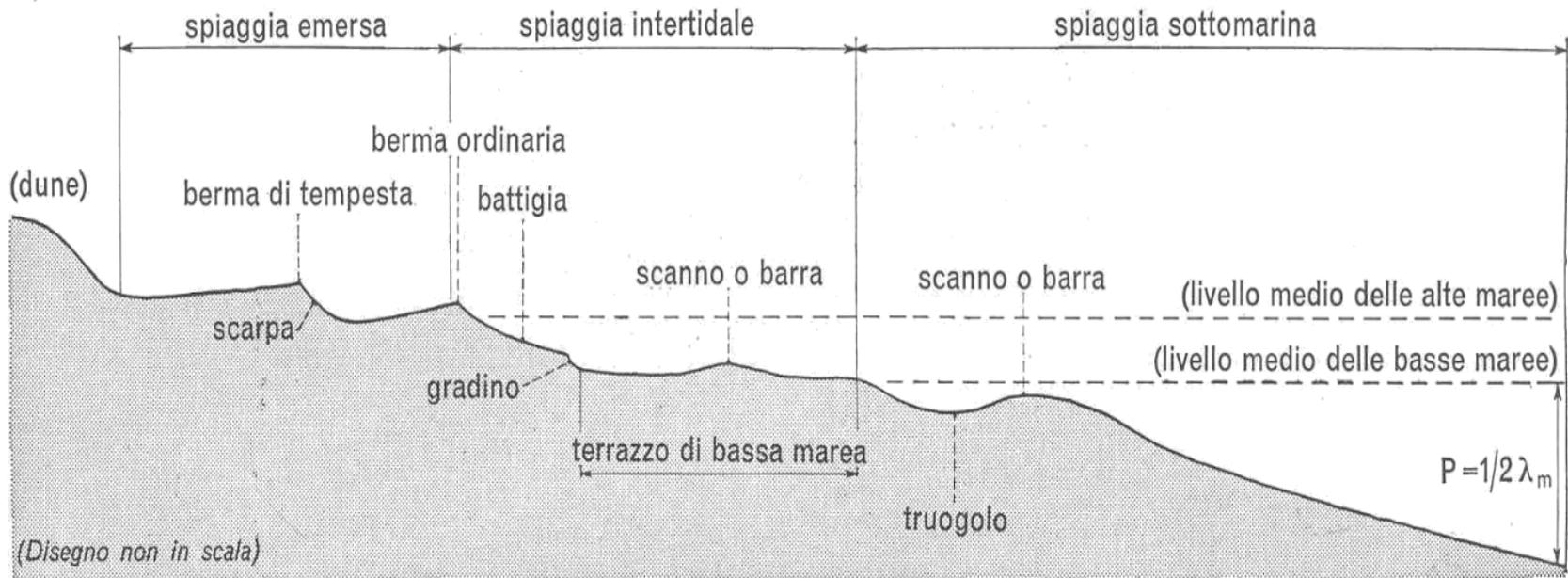


Fig. 13.18. Profilo trasversale schematico di una spiaggia, con alcuni termini morfologici (da L. CAROBENE e A. BRAMBATI, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », 1975, semplif. e modif.).

Termini inglesi: *backshore* = spiaggia emersa; *foreshore* = spiaggia intertidale; *offshore* = spiaggia sottomarina.

Dune (Porto Pino, Sardegna, Italia)



Le dune costiere

- Le dune sono il risultato di processi di accumulo, ad opera del vento, di sabbie trasportate dalle correnti marine lungo la costa nelle zone retrostanti, attraverso il meccanismo della deflazione
- Sono l'elemento di transizione tra l'ambiente continentale e quello marino
- Svolgono un ruolo di fascia tampone, sotto il profilo fisico e biotico

Dune (Point Reyes, California, USA)



Dune (Pilat, Bordeaux, France)



Dune du Pyla

●○○○○ SFR 3G 19:43 69%

Inizia Pausa Salva

✂ Orientamento 

✓ Direzione ✓ Azimut

N36°E 36°

✓ Inclinazione ✓ Direzione di imm...

31°SE 126°

📍 Informazioni posizione

📍 Latitudine 44°34'49.28" ±8 m

📍 Longitudine -1°13'5.67"

📏 Altitudine 75 m ±3 m

📄 Posizione

La Teste-de-Buch Aquitania Francia

Bussola Mappa Lista Impostazioni Info

La spiaggia intertidale

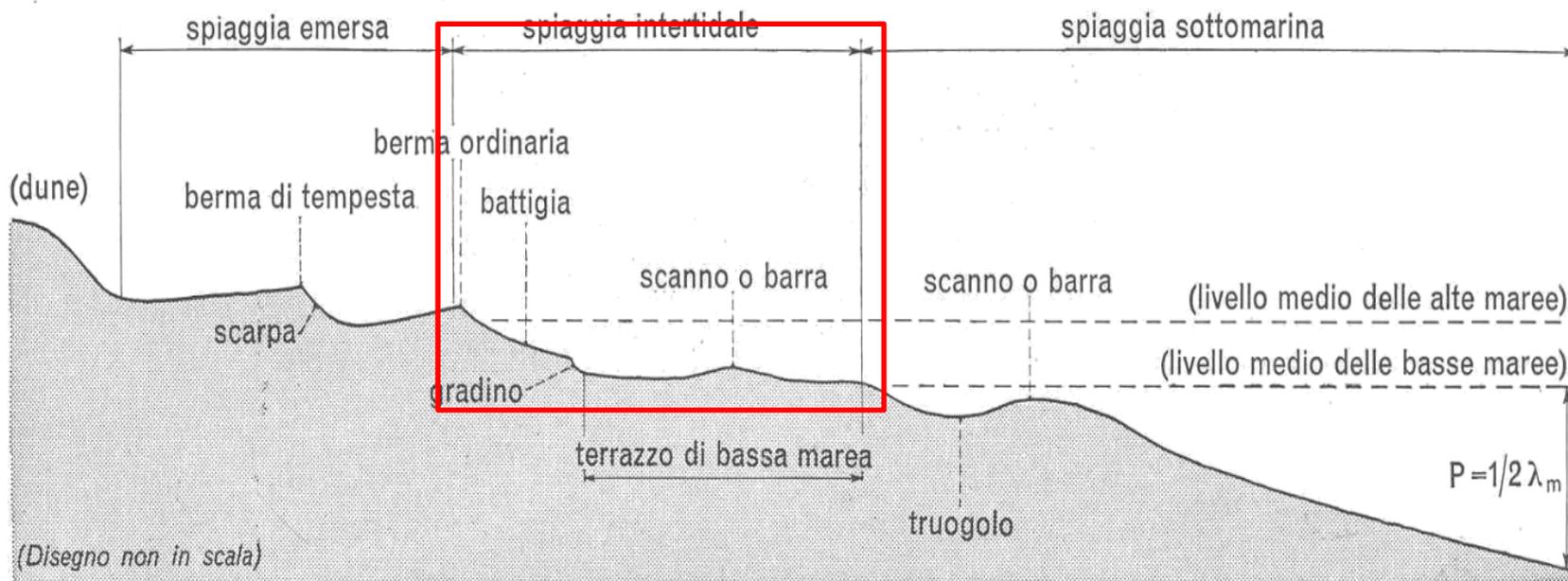


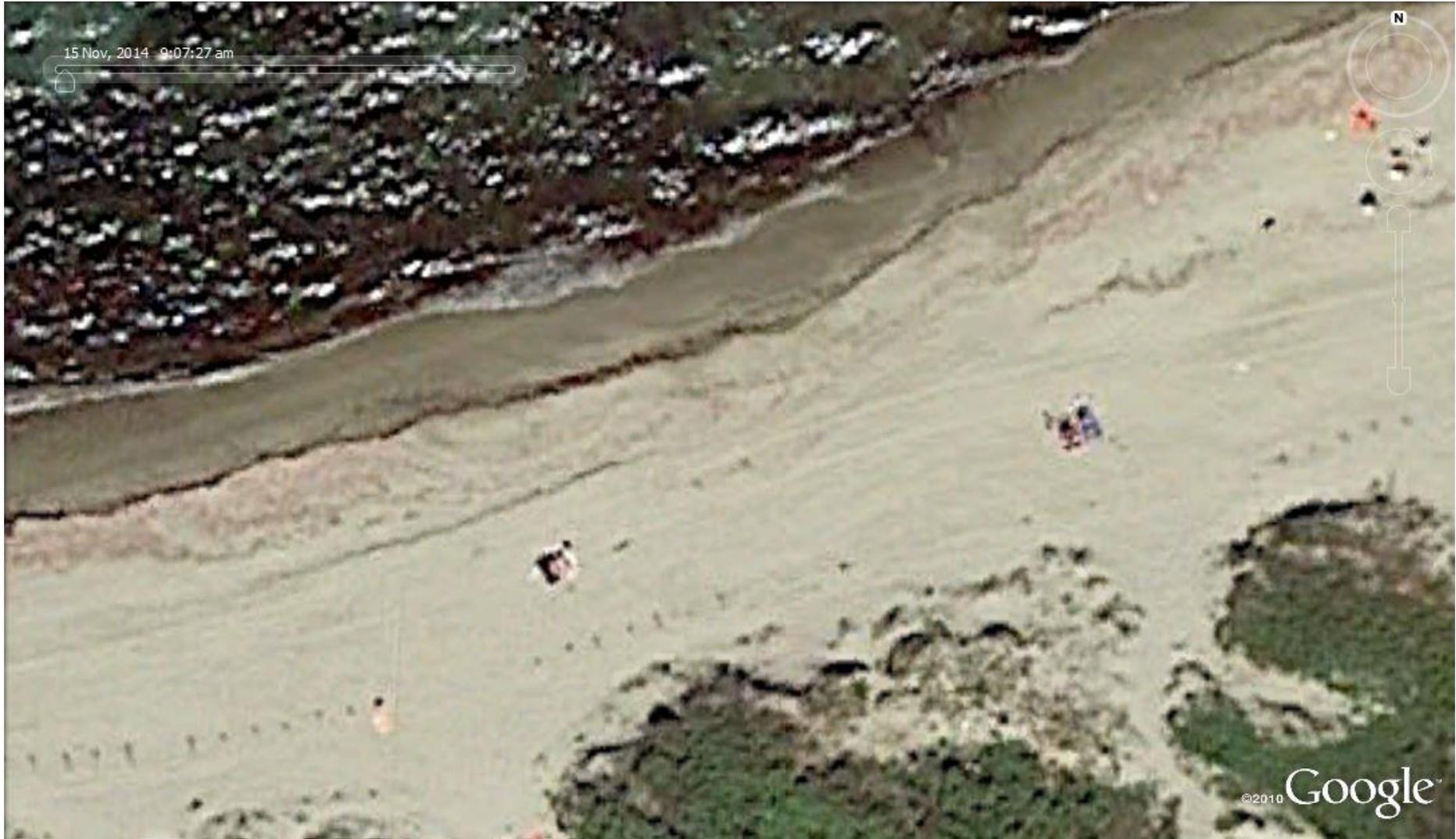
Fig. 13.18. Profilo trasversale schematico di una spiaggia, con alcuni termini morfologici (da L. CAROBENE e A. BRAMBATI, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », 1975, semplif. e modif.).

Termini inglesi: *backshore* = spiaggia emersa; *foreshore* = spiaggia intertidale; *offshore* = spiaggia sottomarina.

Berme (Goldthwaite Deverau Beach)



Spiaggia intertidale (Sassari, Sardegna, Italia)



Spiaggia (Rimini, Italia)





La spiaggia sommersa

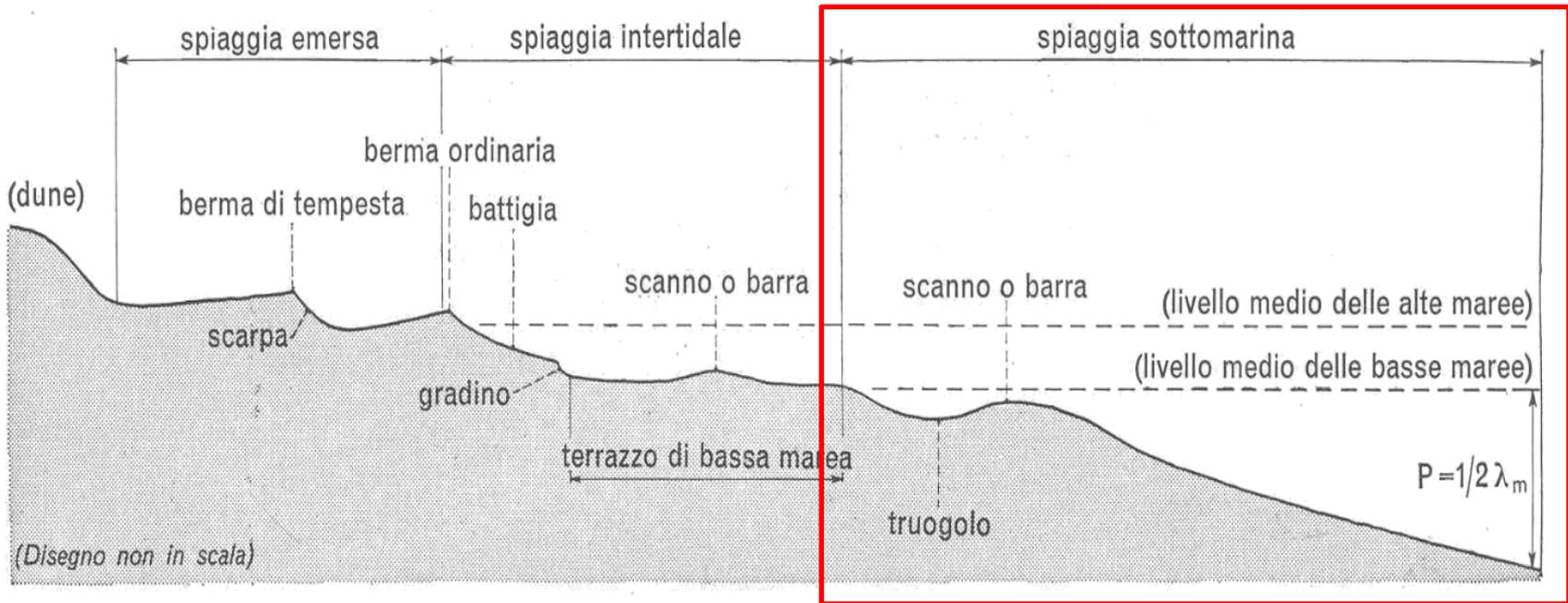
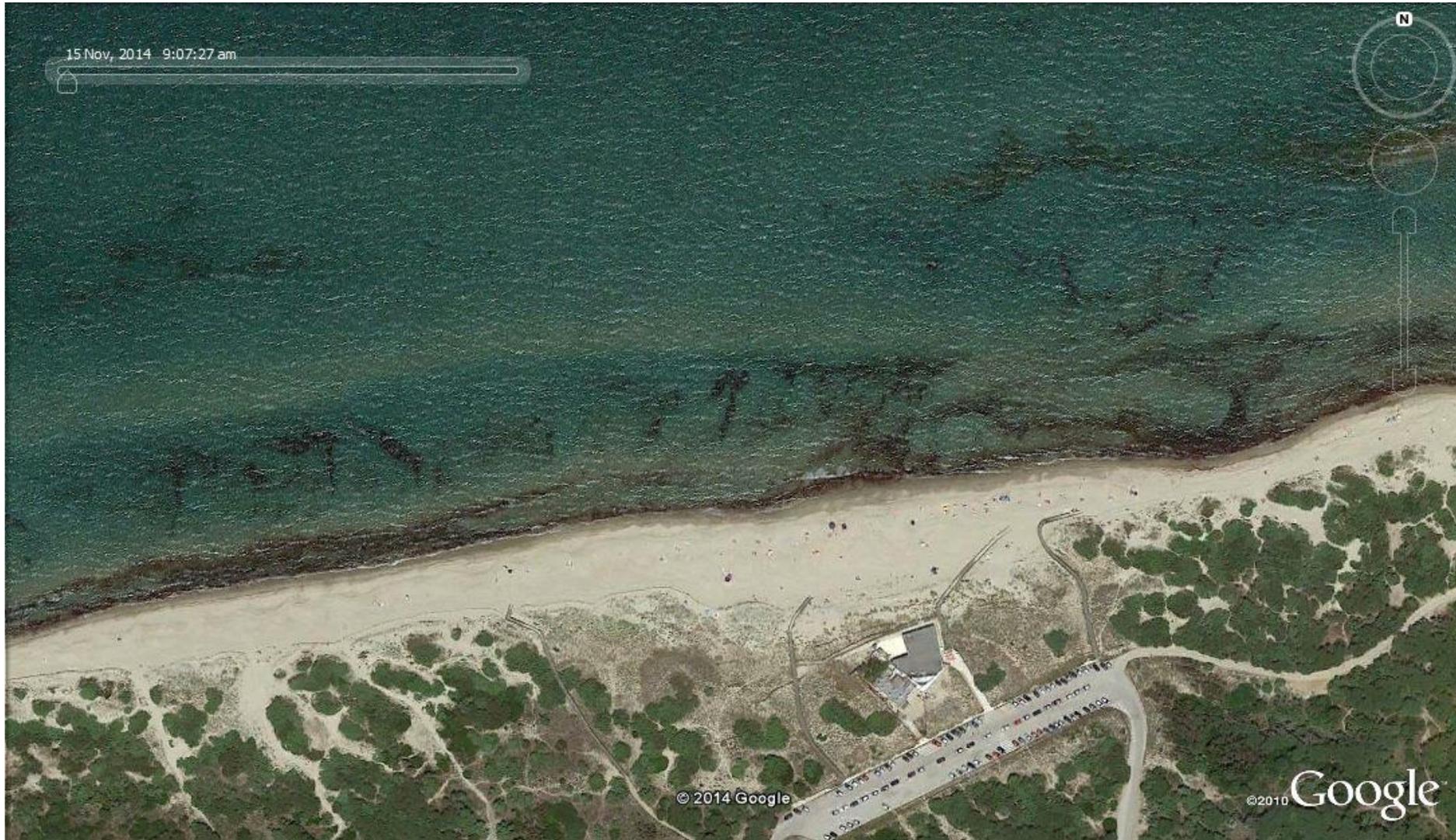


Fig. 13.18. Profilo trasversale schematico di una spiaggia, con alcuni termini morfologici (da L. CAROBENE e A. BRAMBATI, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », 1975, semplif. e modif.).

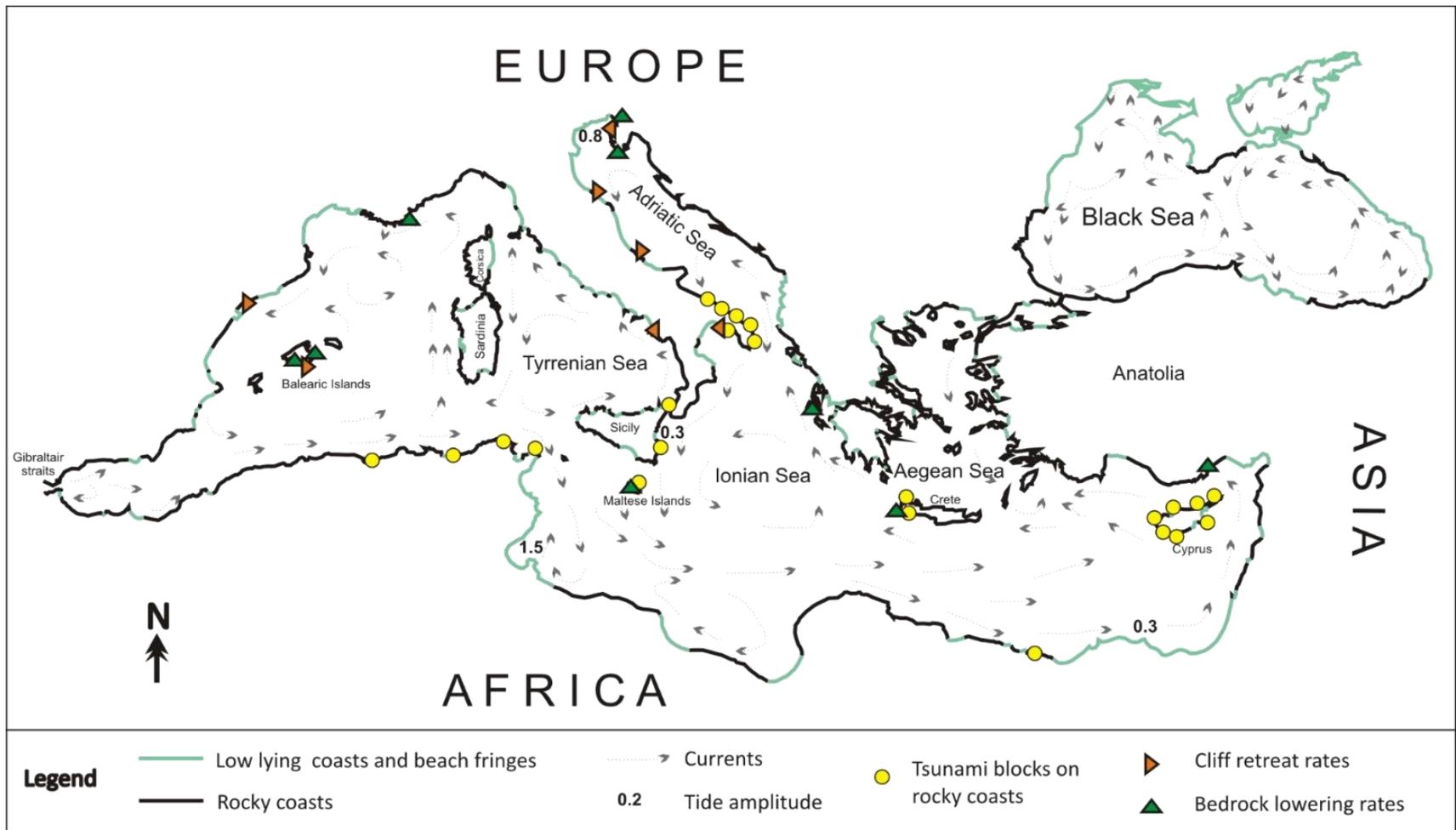
Termini inglesi: *backshore* = spiaggia emersa; *foreshore* = spiaggia intertidale; *offshore* = spiaggia sottomarina.

Spiaggia sommersa (Sassari, Sardegna, Italia)



LE COSTE ALTE

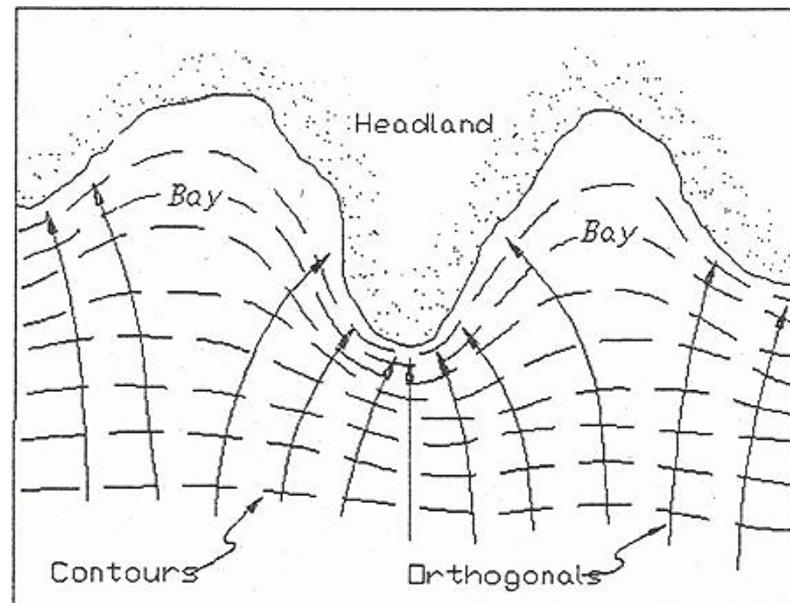
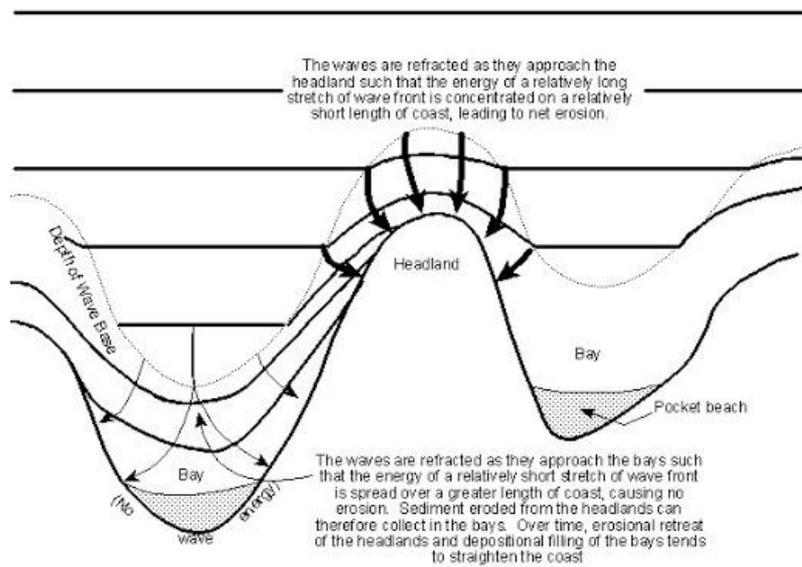
Forme costiere



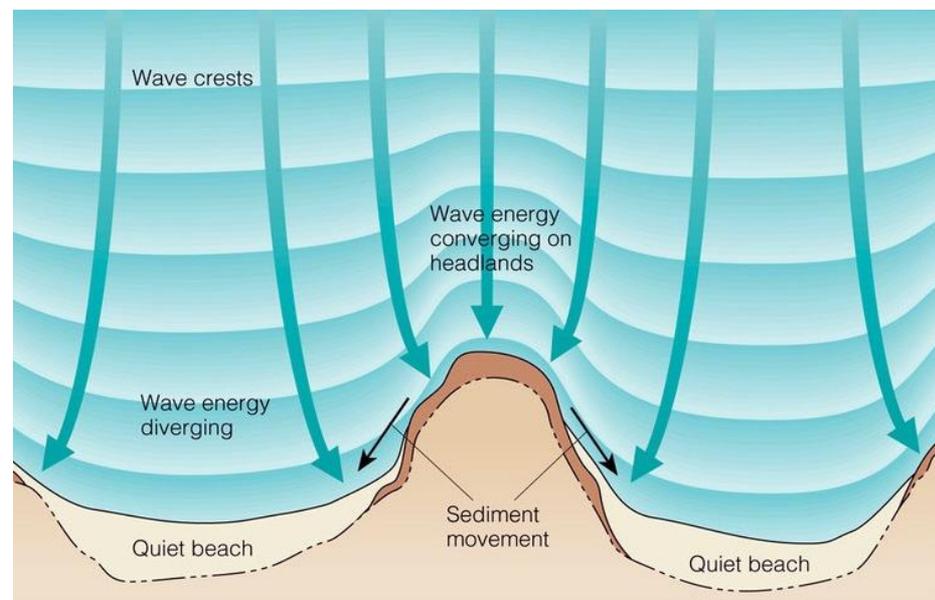
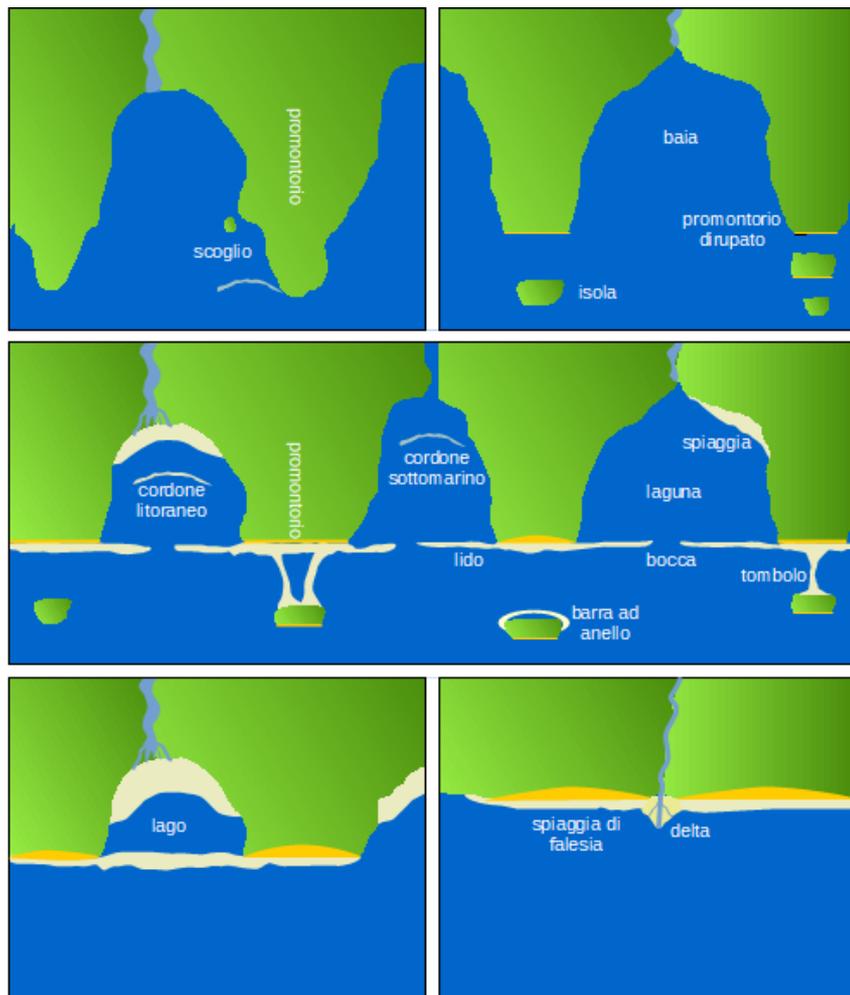
Rocky coasts in the Mediterranean Sea

Furlani et al., Geological Society of London, 2014

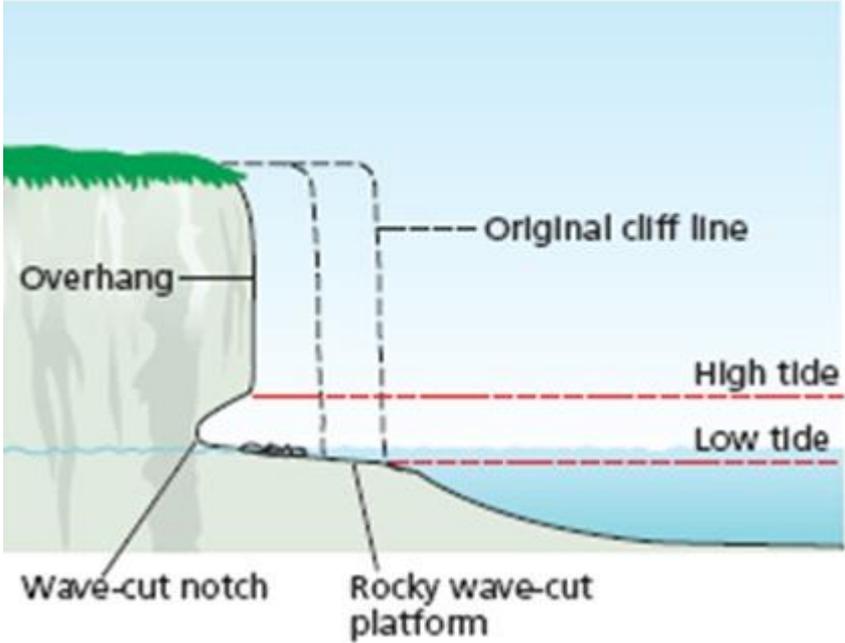
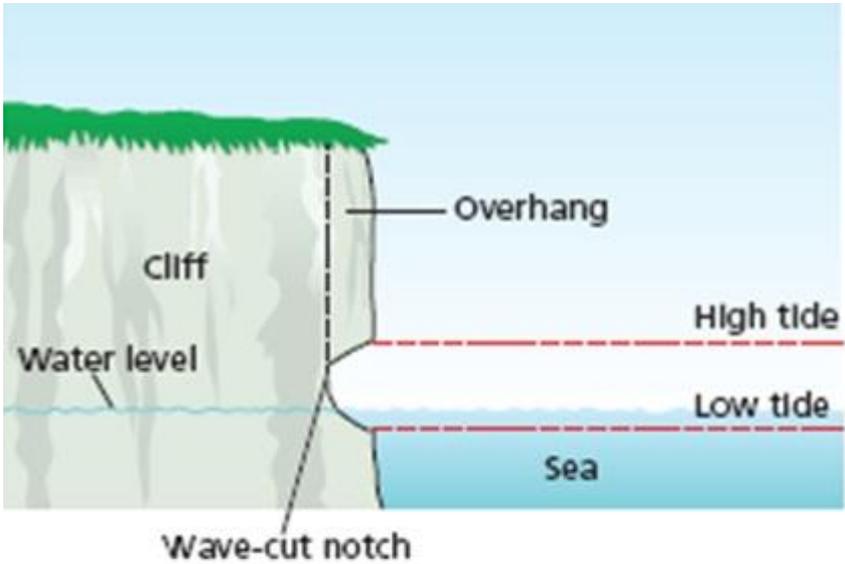
L'erosione dei promontori



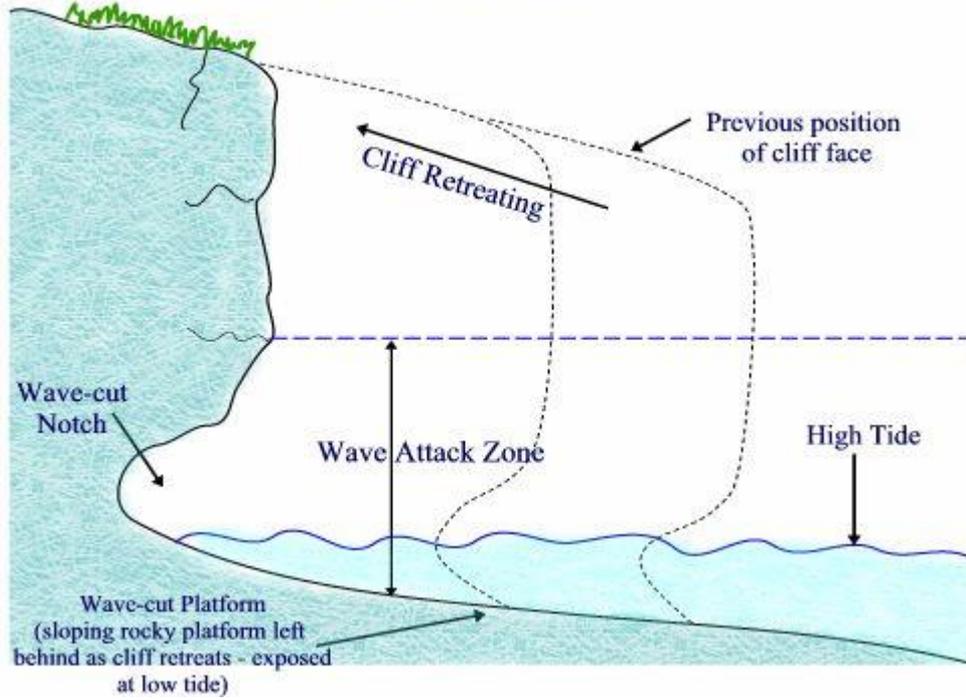
Evoluzione costiera



Processi erosionali sulle coste rocciose

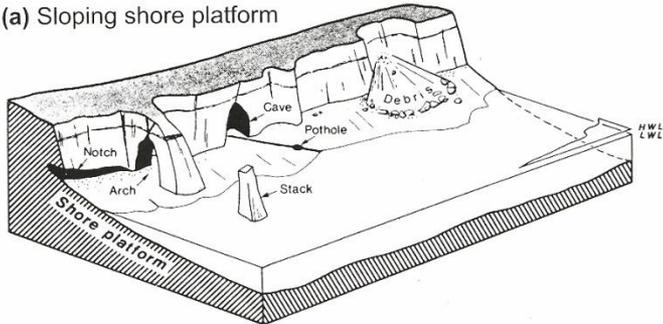


Cliff Erosion and Wave-cut Platforms

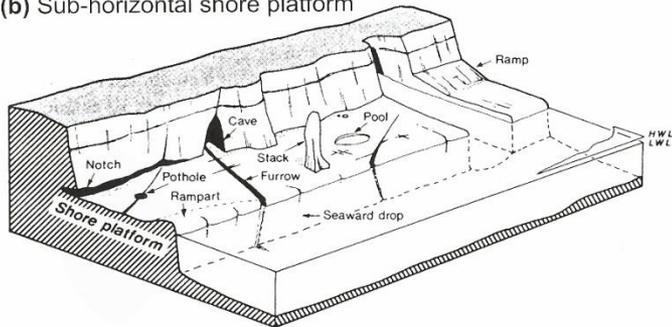


Classificazione delle coste rocciose (Sunamura, 1971)

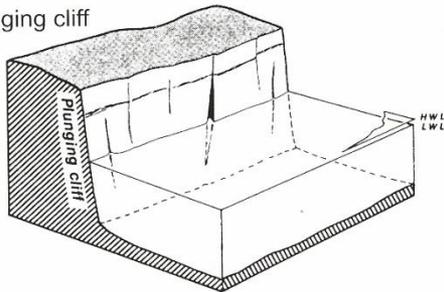
(a) Sloping shore platform



(b) Sub-horizontal shore platform

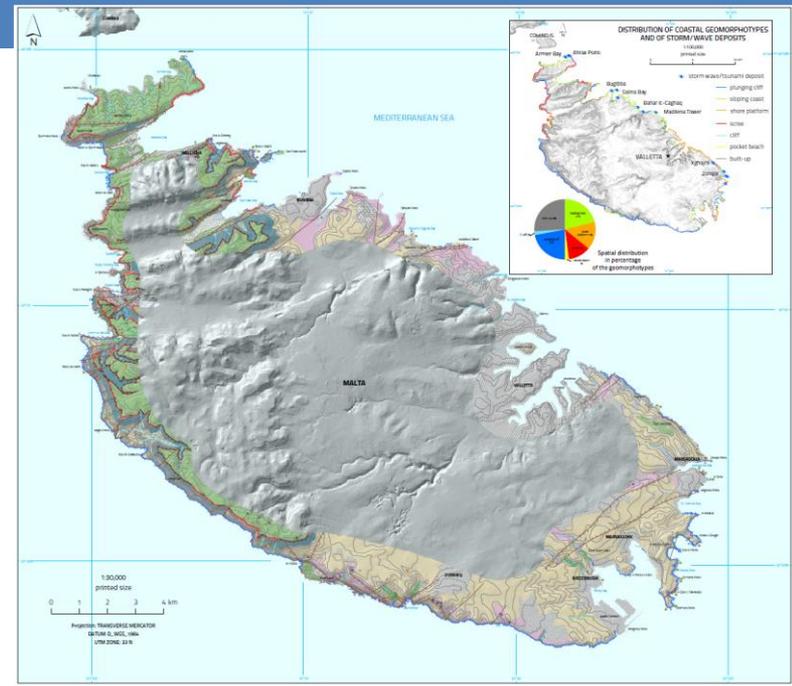


(c) Plunging cliff



Morfotipi costieri nel Mediterraneo

- Shore platforms
- Plunging cliffs
- Sloping coasts
- Screens
- Pocket beaches



Journal of Maps, 2014
<http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2014.984001>



SCIENCE

Geomorphological identification, classification and spatial distribution of coastal landforms of Malta (Mediterranean Sea)

Sara Biolchi^{a*}, Stefano Furlani^a, Stefano Devoto^a, Ritiene Gauci^b, Dorian Castaldini^c and Mauro Soldati^c

^aDepartment of Mathematics and Geosciences, University of Trieste, Trieste, Italy; ^bDepartment of Geography, University of Malta, Msida, Malta; ^cDepartment of Chemical and Geological Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy

(Received 9 May 2014; resubmitted 20 October 2014; accepted 31 October 2014)

This paper presents the outcomes of a geomorphological investigation carried out along the coasts of the island of Malta and provides a detailed classification of the Maltese coastline based on the identification and definition of specific coastal geomorphotypes. The results of field surveys, supported by air-photo interpretation, have led to the production of a coastal geomorphological map at 1:30,000 scale which outlines the processes and related deposits and landforms. The latter are the result of the complex interplay of structural, gravitational, coastal and karst processes. Moreover, radiocarbon dates of marine organisms encrusted on boulders mapped along the NE coast are presented.

Keywords: coastal geomorphology; geomorphotypes; coastal landforms; Malta

Chapter 7

The rock coast of the Mediterranean and Black seas

S. FURLANI^{1*}, M. PAPPALARDO², L. GÓMEZ-PUJOL³ & A. CHELLI⁴

¹*Department of Mathematics and Geosciences, University of Trieste, via Weiss 2, 34127 Trieste, Italy*

²*Department of Geosciences, University of Pisa, Pisa, Italy*

³*SOCIB, Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System, ParcBit, Ctra. Valldemossa km 7.4, Ed. Naorte, 07121 Palma, Illes Balears, Spain*

⁴*Department of Physics and Earth Sciences 'M. Melloni', University of Parma, V. le G.P. Usberti, 157/A, 43100 Parma, Italy*

**Corresponding author (e-mail: sfurlani@units.it)*

Abstract: Rock coasts and shore platforms are conspicuous landforms along the Mediterranean and Black Sea (MBS) coasts. These coasts have been fashioned by changes in sea level because of vertical movements of the land and variations in eustatic and isostatic sea-level. For this reason, the Quaternary evolution of MBS coasts has been extensively studied, even starting from geomorphological markers, while very few researches have addressed the processes related to their origin and evolution. Despite most of the Mediterranean coast being rocky, studies about rocky shore processes are almost completely lacking, except for limited areas. Data on sea cliff retreats have mainly been collected to study the susceptibility of cliff failures or to prevent landslides, in particular along shores used for tourism. Data on erosion rates and processes on shore platforms are generally scarce and restricted to limestone bedrocks. In this paper, we summarize the results of studies of rates and processes of rocky coasts of the countries overlooking the Mediterranean and Black Seas and review the current knowledge concerning rock coasts in the MBS area.

Dingli cliffs (Malta)

Plunging cliffs

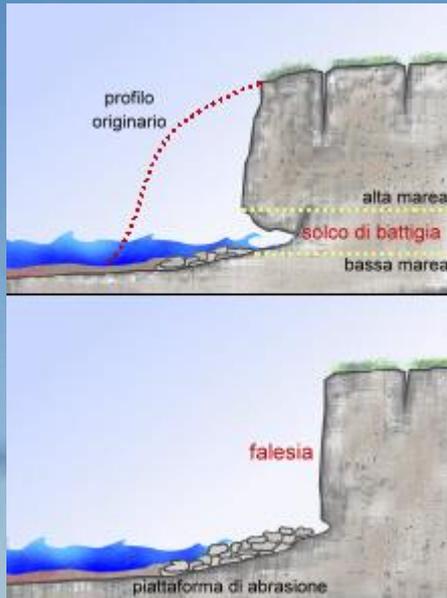


Sloping coasts

Favignana (I)



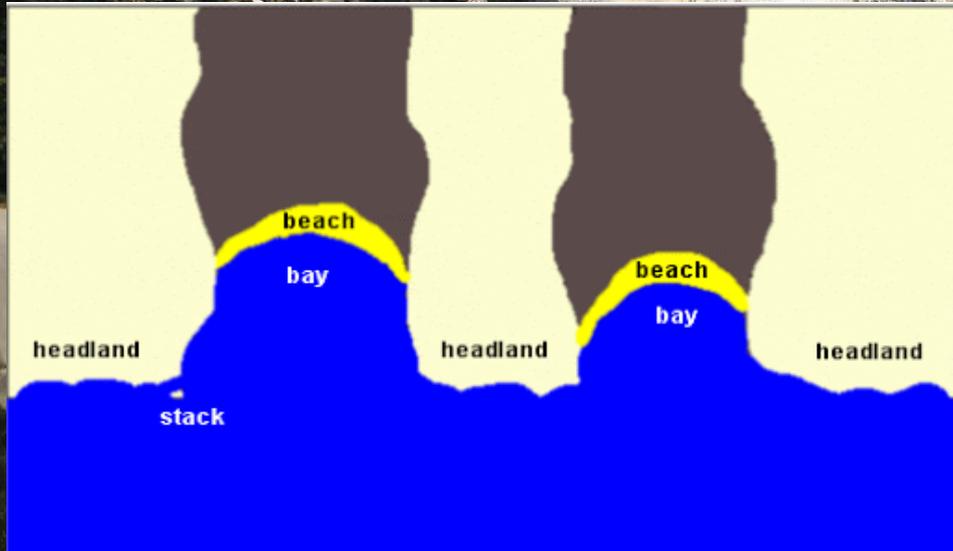
Cliffs and shore platform



Screens



Pocket beaches



FORME PARTICOLARI DELLE COSTE BASSE

Cordoni, tomboli, isole barriera, ecc

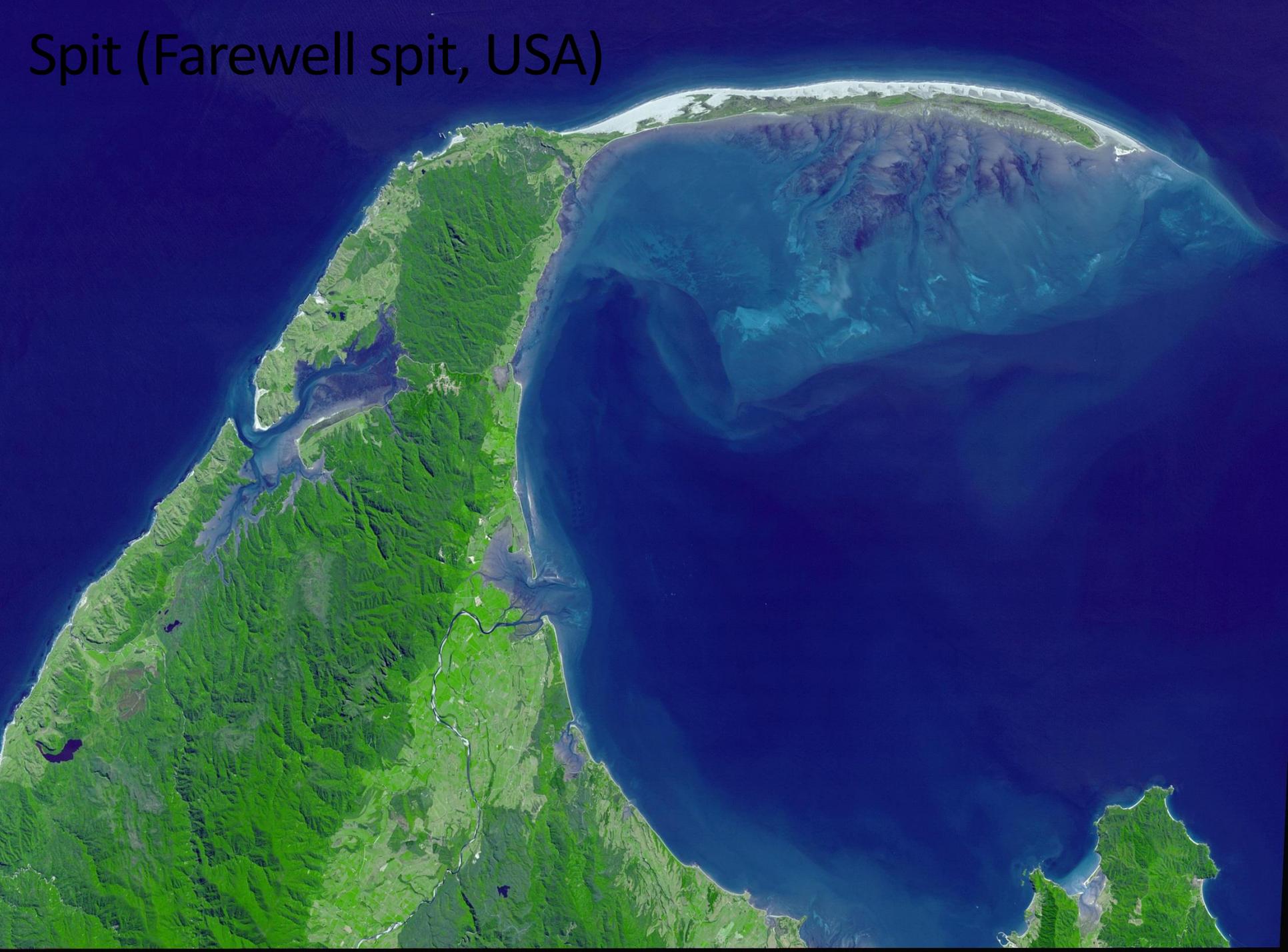
Forme delle coste basse

- Cordone litoraneo, lido, isola barriera
- Spit, freccia litoranea
- Tomboli (Italia): cordoni litoranei sormontati da dune
- Tomboli (stranieri): cordoni litoranei che uniscono un'isola
- Cuspidi, salienti, aggetti costieri triangolari
- Lame, stagni costieri

Spit (Zlatni Rat, brac, HR)



Spit (Farewell spit, USA)



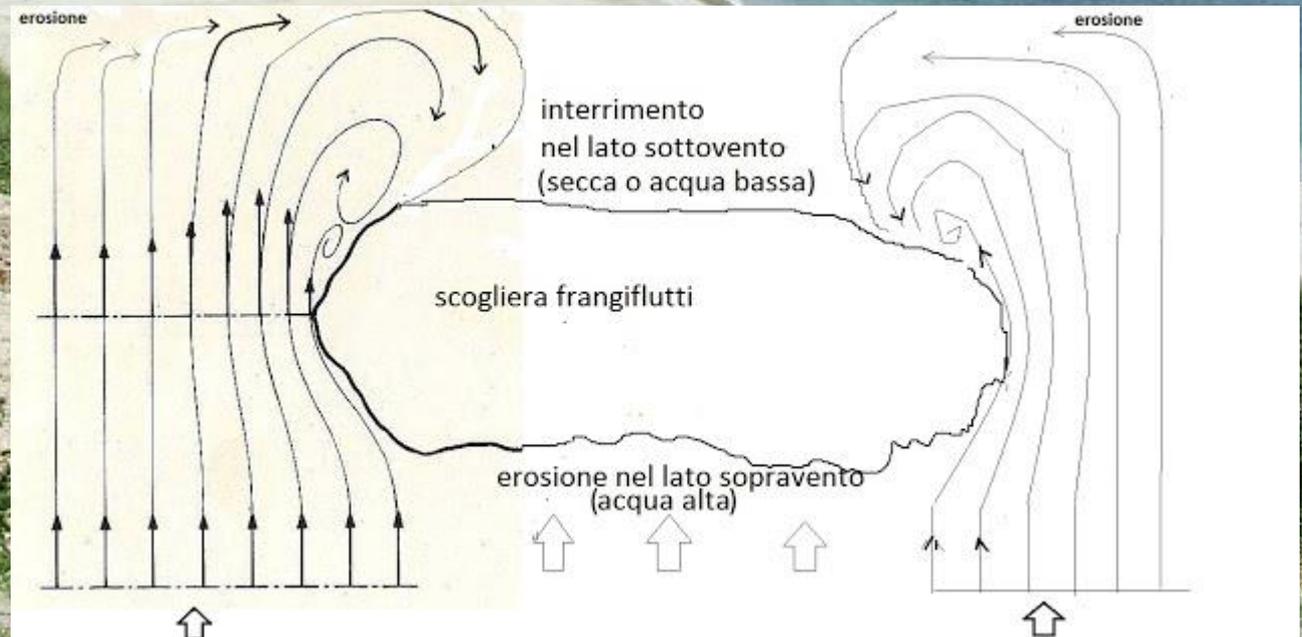
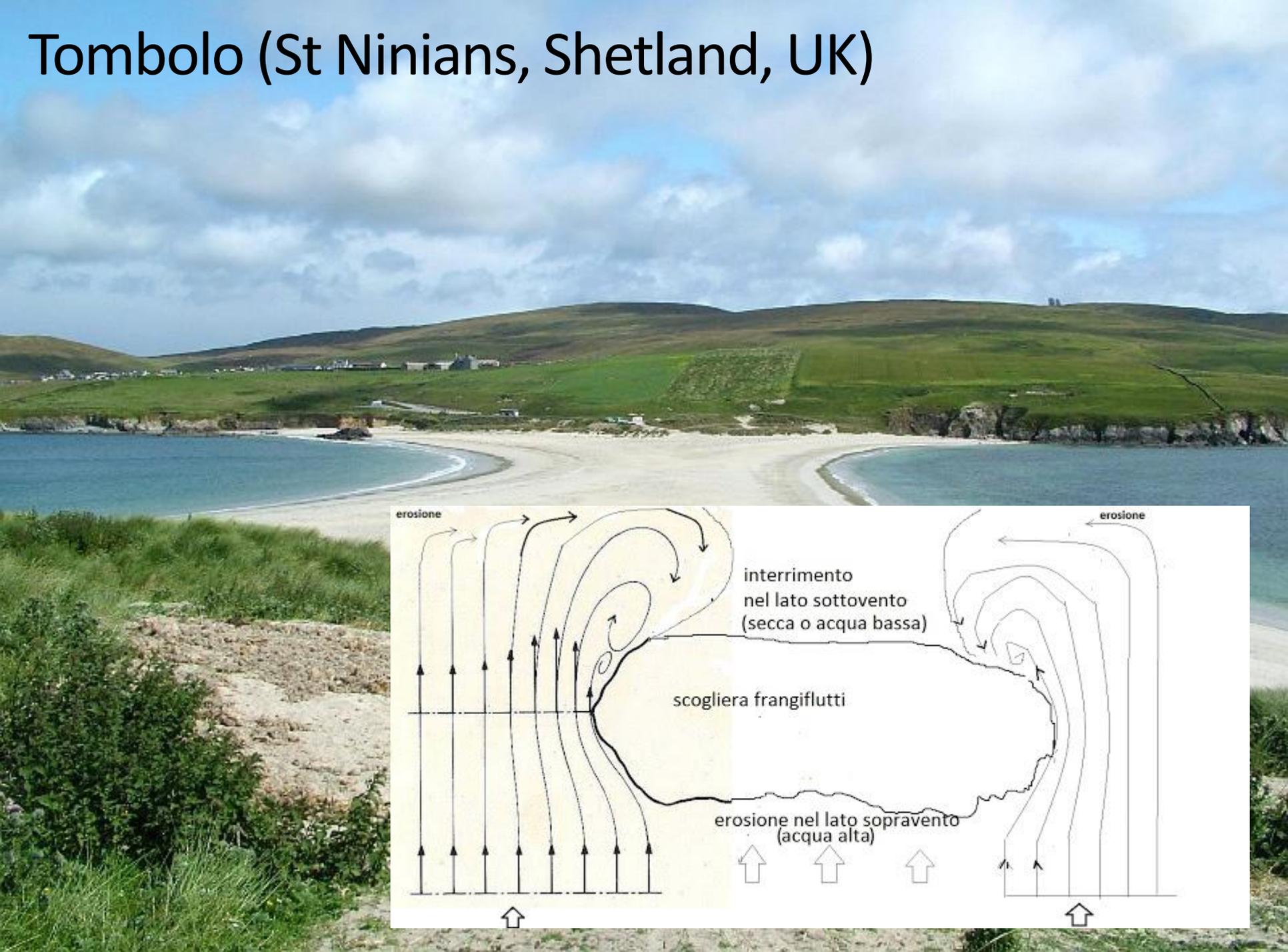
Barrier island (Florida, USA)



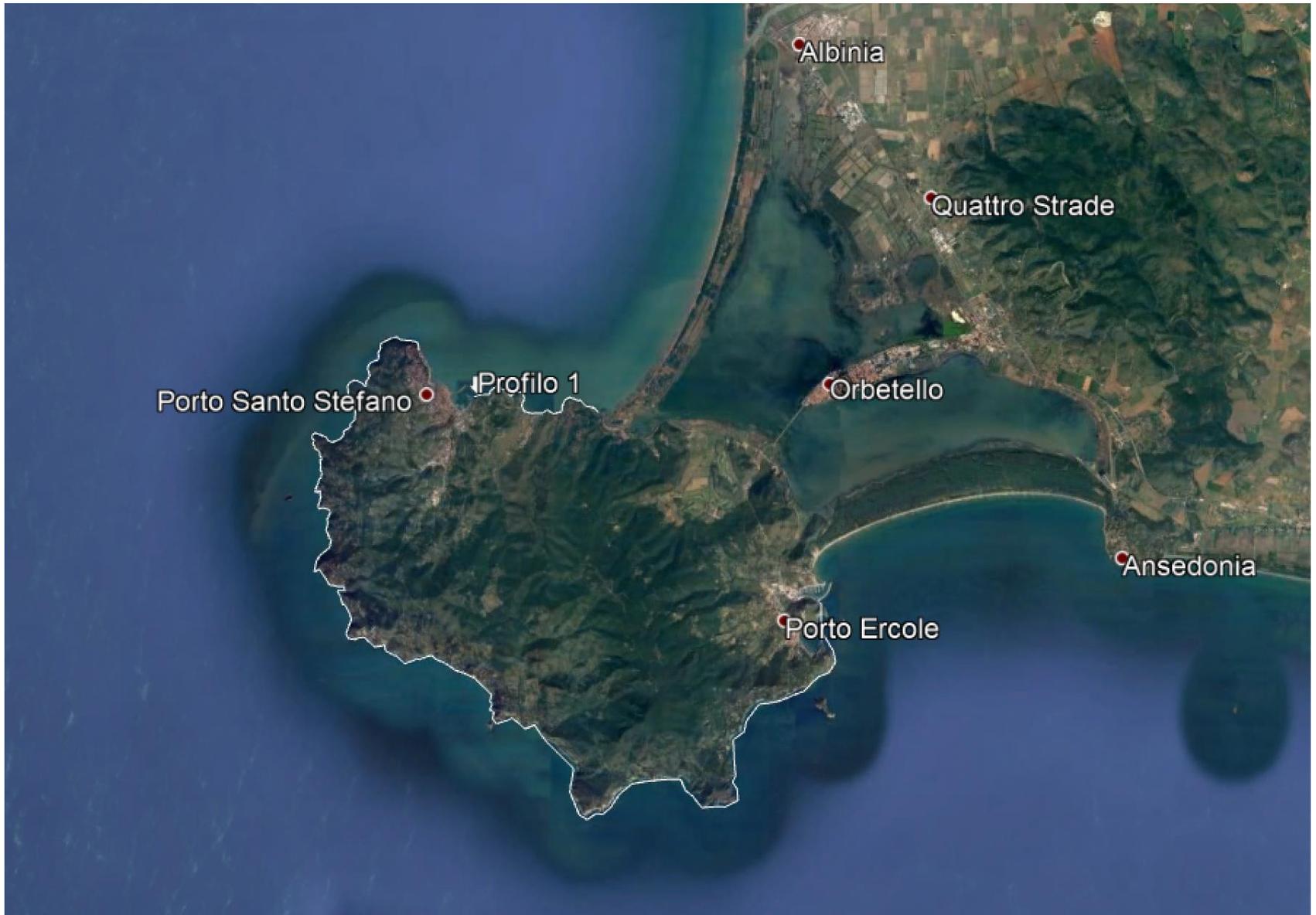
Spit, tombolo (Queensland, Australia)



Tombolo (St Ninians, Shetland, UK)



Tombolo (Argentario, Toscana, Italia)



LAGUNE E PALUDI COSTIERE

Foce della Vistula (Polonia)





Laguna (Golfo di Saronico , Grecia)

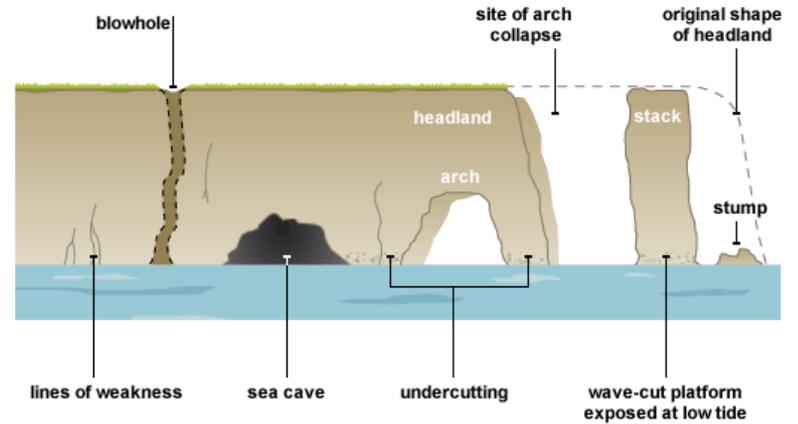




FORME COSTIERE PARTICOLARI

Alcune forme particolari

- Archi (*Arches*)
- Faraglioni (*Stacks*)
- Grotte marine (*Sea caves*)
- Solchi marini (*Marine notches*)





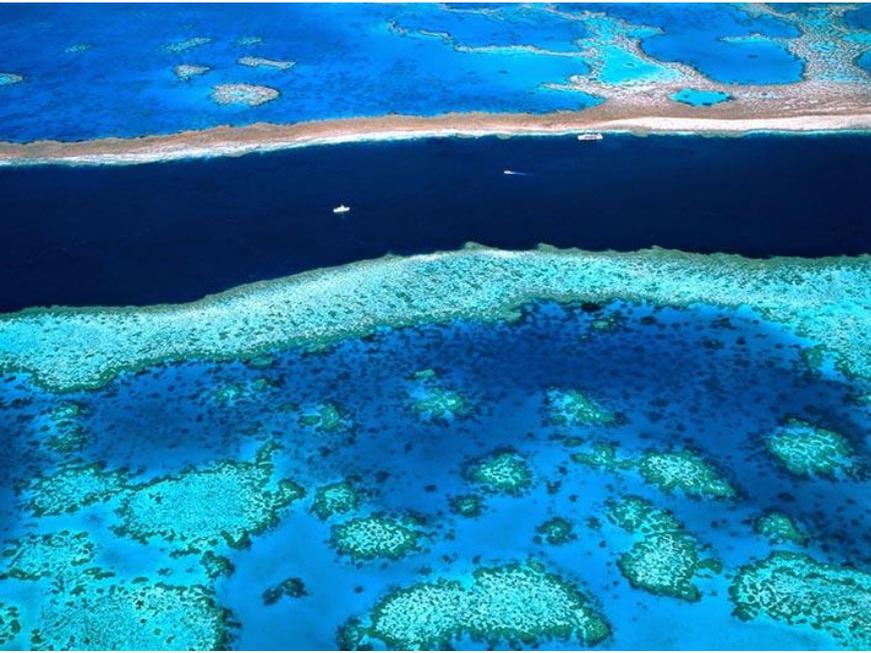
LE COSTE CORALLINE

Scogliere coralline (madreporiche)

- Attività edificatoria delle madrepore che vivono in simbiosi con le alghe

CONDIZIONI FAVOREVOLI

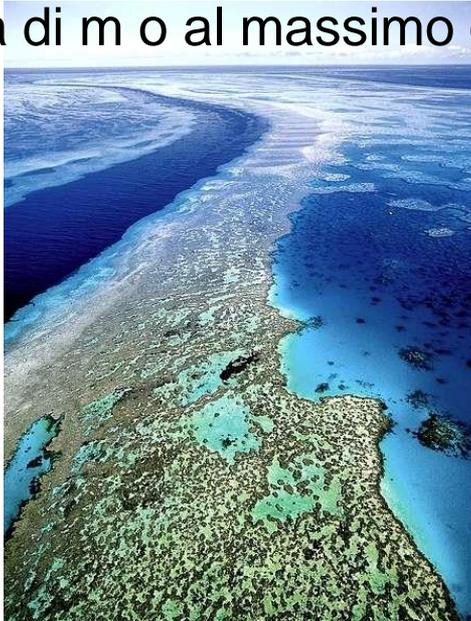
- Assenza di torbidità
- Temperatura $> 18^{\circ}$
- Profondità prossime a 0 m slm
- Sviluppo più importante nella fascia intertidale



Classificazione

Marginali (o frange coralline):

costituiscono piattaforme costiere lunghe centinaia di m o al massimo qualche

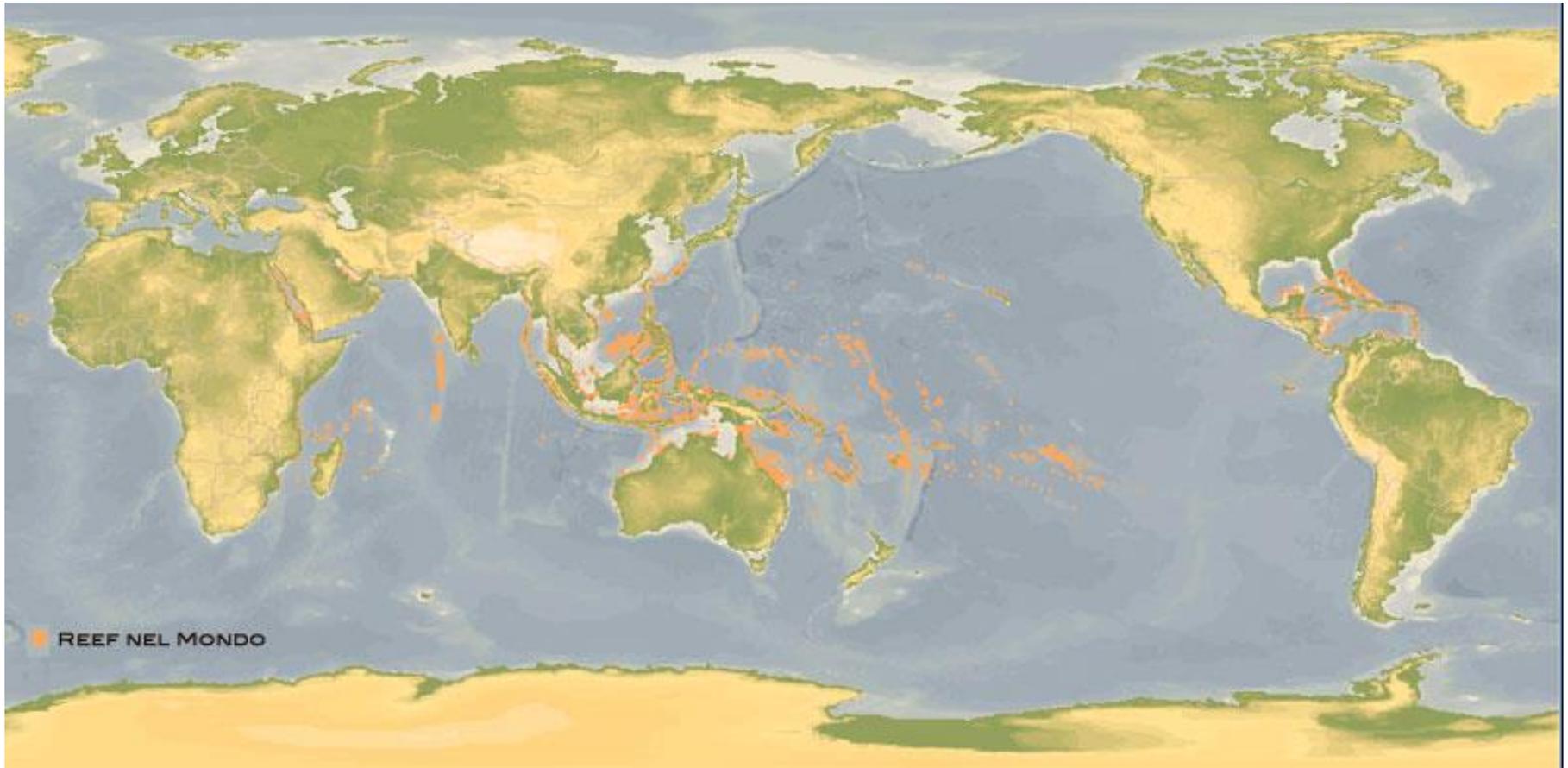


Barriere coralline: si sviluppano più al largo, delimitano lagune costiere larghe anche decine di km e profonde fino a qualche centinaio di m

Isole coralline e atolli: si elevano di pochi metri dal livello del mare, solo in qualche punto, per accumulo eolico. Gli atolli sono disposti ad anello su lagune centrali, con varchi aperti sul mare



Distribuzione dei reef corallini sulla Terra



Atollo

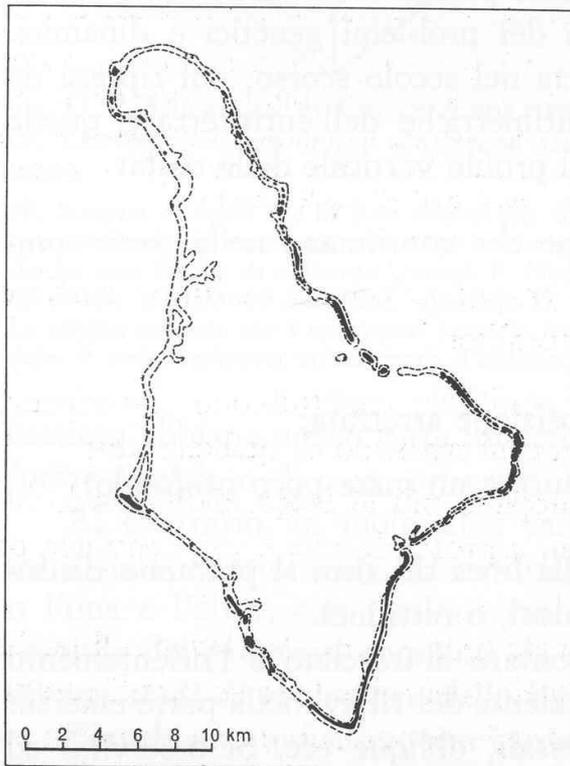


Fig. 13.30. L'atollo di Jaluit nelle Isole Marshall (Oceano Pacifico).

Cause della sommersione: risalita eustatica + subsidenza

