

# ISOSTASIA 1

1870

**Definizione** Equilibrio statico delle masse rocciose.

✦ Grandi porzioni della crosta terrestre sottoposte a movimenti verticali tendono a raggiungere una posizione di equilibrio mediante aggiustamenti isostatici

**Aggiustamenti isostatici:**

movimenti verticali verso l'alto o verso il basso con cui la crosta reagisce ad ogni modifica di equilibrio statico

**Quando un settore della crosta si deforma e come risultato si solleva una catena montuosa, si osserva che al di sotto della catena montuosa, i materiali della crosta risultano scesi a parecchi km di profondità rispetto alla crosta continentale non sollevata.**

Quel settore di crosta è aumentato di spessore ed è diventato più pesante. Come conseguenza è sprofondato nel sottostante mantello finché la spinta di galleggiamento non ne compensa il maggior peso.

A mano a mano che l'erosione alleggerisce la catena montuosa, le radici si riducono di volume (i materiali risalgono verso l'alto)

(esempio della nave:  
quando viene scaricata, la parte sommersa via via si riduce)

A causa della viscosità del mantello l'equilibrio viene raggiunto lentamente con una serie di lente oscillazioni.

# ISOSTASIA 2

1870

## PRINCIPIO DELL'ISOSTASIA

\*La crosta può essere immaginata come un insieme di prismi  
(con densità e volume differenti)  
che galleggiano sul mantello.

\*La crosta galleggia sul mantello un po' come un blocco di ghiaccio

\*Il mantello si comporta come un materiale plastico

\*I diversi blocchi della crosta sprofondano nel mantello

## SUPERFICIE DI COMPENSAZIONE ISOSTATICA

livello profondo dove viene raggiunto l'equilibrio statico.

Per raggiungere questo equilibrio,  
le masse rocciose si spostano verso l'alto o verso il basso

Es      ghiaccio in H<sub>2</sub>O  
         Fe in Hg

# ISOSTASIA 3

1870

## CONSEGUENZE DELL'ISOSTASIA

- ❄ **Ogni appesantimento** fa sprofondare le masse continentali
- ❄ **Ogni alleggerimento** fa sollevare le masse continentali
  - Paesi scandinavi → innalzamento
  - Erosione delle montagne → sollevamento delle montagne

### Una testimonianza di isostasia viene dalla **penisola baltica**

Un tempo ricoperta da una spessa calotta di ghiacci, è lentamente sprofondata.  
Con lo sciogliersi dei ghiacciai, la crosta, alleggerita, si è gradualmente sollevata, come mostrano le antiche linee di riva oggi innalzate a oltre 100 m di quota.

Nel golfo di Botnia  
la crosta, liberata dai ghiacci circa 8000 anni fa, si solleva ancora oggi di 1 m al secolo.

# DERIVA DEI CONTINENTI 1

## Teoria di Wegener

<b>Definizione</b>	Teoria secondo la quale i continenti non sono immobili ma si spostano
<b>200 milioni di anni fa</b>	<i>era paleozoica</i> <b>pangea</b> <b>pantalassa</b> Tedite
<b>180 milioni di anni fa</b>	<i>giurassico</i> <b>smembramento della pangea</b>

### ■ WEGENER considerava

le aree continentali come zattere di **SiAl**  
(indicando con SiAl la crosta a composizione granitica)

il materiale sottostante come **SiMa**  
più denso del SiAl  
a composizione basaltica  
costituiva secondo l'autore un involucro continuo

### ■ Nella TEORIA DI WEGENER

I grossi frammenti di crosta sialica, immersi nel SiMa molto viscoso,  
“**come iceberg nell'acqua**”  
sarebbero andati pian piano alla deriva verso ovest

# DERIVA DEI CONTINENTI 2

## Teoria di Wegener

### ■ PROVE

- è **PROVA GEOMORFOLOGICA** somiglianza dei profili delle coste dell’Africa e dell’America del Sud
- è **PROVA GEOLOGICA** continuità tra le strutture delle rocce
- è **PROVA PALEONTOLOGICA** continuità tra i fossili *Mesosaurus e Cinognatus*
- è **PROVA PALEOCLIMATICA**
  - carboni** Europa del Nord assenza di anelli annuali
  - morene** Australia  
Africa meridionale

Attraverso queste prove  
Wegener aveva riconosciuto la mobilità della crosta continentale

✎ **Alla sua teoria mancava**  
**“il motore” che causava questi movimenti**

# FONDALI OCEANICI

## ✿STRUTTURA

3 strati

- sedimenti
- basalti
- gabbri

## ✿ELEMENTI dei fondali oceanici

◆ DORSALI OCEANICHE

◆ PIANURE ABISSALI

◆ SEDIMENTI

◆ FOSSE OCEANICHE

## Le rocce dei fondali oceanici

- \* hanno una età che non supera i 200 milioni di anni
- \* la loro età aumenta  
andando dalle dorsali verso i continenti
- \* i sedimenti
  - inesistenti nella zona centrale (*dorsali*)
  - aumentano di spessore andando verso i continenti

# DORSALI OCEANICHE

## ✿STRUTTURA

catene montuose

→ alte 3000 metri

→ larghe 200 km

→ lunghe decine di migliaia di Km 70.000 km

## ✿COSTITUZIONE

Le dorsali oceaniche sono *fratture di tensione della crosta terrestre*

Attraverso queste fratture risale materiale magmatico lave basaltiche

→ lungo le dorsali la crosta è più giovane

→ man mano che ci si allontana dalle dorsali  
la crosta oceanica è

● più antica

● ricoperta di sedimenti più spessi

## ✿DIVISIONE

★ Dorsale pacifica

★ Dorsale medio atlantica

### ★ DORSALE MEDIO ATLANTICA

#### caratteristiche

✧ lungo il suo asse presenta una fossa rift valley

✧ è formata da una successione di segmenti

✧ è attraversata da faglie trasversi

fratture trasversali perpendicolari al rift

✧ simmetria cronologica delle rocce ai lati della dorsale

# PIANURE ABISSALI

## Definizione

Zona che si riscontra dopo la scarpata continentale  
sotto i 3.000 m (tra i 3.000 e i 6.000 m)

**NB** E' il più grande dominio dei 3 domini oceanici

## ✿ CARATTERISTICA

★ **completa oscurità**

★ **grandi bacini** pianure abissali

★ **colline abissali**

★ **montagne sottomarine isolate** (*seamounts*)  
i picchi delle catene montuose sottomarine sono inalterate

★ **numerosi vulcani sottomarini** (*guilots*)



# SEDIMENTI

I fondali oceanici sono ricoperti di sedimenti

**Definizione**      \*resti di organismi marini  
                          \*detriti trasportati dalla terraferma ad opera di corsi d'acqua

## ✿ NATURA DEI SEDIMENTI

à      **SEDIMENTI DI ORIGINE ORGANICA**  
                          fanghi a *foraminiferi*      oc. Atlantico  
                          fanghi a *radiolari*      oc Pacifico  
                          fanghi a *diatomee*      regioni polari

à      **SEDIMENTI DI ORIGINE MINERALE**  
                          materiali rocciosi  
  ●erosi  
  ●trasportati  
  ●depositati

✎ In nessun oceano  
si trovano sedimenti con età superiore a 200 milioni di anni

✎ La coltre dei sedimenti  
aumenta di spessore man mano che ci si allontana dalla dorsale

# FOSSE OCEANICHE

## Definizione

Depressioni dei fondali oceanici      lunghe migliaia di Km  
e relativamente strette

## \*PROFONDITA'

molto profonde      alcune oltre i 10.000 m

## \*FLUSSO TERMICO

molto ridotto

## \*ATTIVITA' VULCANICA

⊗ Localizzata a una certa distanza dalla fossa  
lungo una fascia parallela a quest'ultima

→ Se la fossa fiancheggia il margine di un continente  
lungo questo margine si innalza una catena di vulcani  
che individua un **arco vulcanico** (es fossa del Perù)

→ Se la fossa è in pieno oceano  
parallelamente ad essa  
si osserva un arco di **isole vulcaniche** (es fossa delle Marianne)

⊗ Il vulcanesimo associato alle fosse  
è diverso da quello delle dorsali.

→ Il vulcanesimo delle dorsali  
è associato all'emissione di lava fluida

→ Il vulcanesimo lungo le fosse  
è altamente esplosivo  
con magmi ricchi di gas e vapori

## \*ATTIVITA' SISMICA

⊗ I sistemi arco-fossa  
sono accompagnati da forte sismicità

Gli ipocentri,  
superficiali in prossimità della fossa,  
diventano sempre più profondi  
man mano che ci si allontana da questa  
in direzione dell'arco vulcanico  
fino a un massimo di 720 Km

## \*PIANO DI BENIOFF

⊗ Superficie ideale che scende in profondità  
rispetto alla superficie terrestre  
con un angolo compreso tra i 30° e i 70°

Lungo questa superficie  
sono allineati gli ipocentri dei terremoti dei sistemi arco-fossa

# TEORIA DELLA ESPANSIONE DEI FONDALI OCEANICI 1

1962 IPOTESI DI HESS

**LE DORSALI OCEANICHE** sono grandi fratture  
via di uscita di materiali magmatici.

◆ Attraverso le dorsali i materiali magmatici

- risalgono dal mantello
- si espandono
- solidificano
- generano nuova crosta terrestre
- che spinge la vecchia crosta verso l'esterno

◆ Sotto la crosta, in corrispondenza delle dorsali,  
esiste un flusso ascendente di materiale molto caldo  
in risalita da livelli profondi dentro il mantello

◆ In vicinanza della superficie,  
parte del materiale caldo  
risale attraverso le fratture della rift valley  
fino a traboccare sul fondo del mare

◆ Appena consolidate,  
le nuove rocce vengono spinte verso i margini continentali  
da nuovo magma che continuerà a fluire.

# TEORIA DELLA ESPANSIONE DEI FONDALI OCEANICI 2

1962 IPOTESI DI HESS

- ◆ La litosfera oceanica
  - si allontana da un lato e dall'altro della rift valley
  - si raffredda,
  - si contrae e si abbassa di quota rispetto alla dorsale

*Si forma così il pavimento delle vaste piane abissali  
che si ricopre col tempo di un certo spessore di sedimenti.*

## ◆ Contemporaneamente

a una certa distanza dalle dorsali oceaniche,  
il materiale della litosfera comincia a ridiscendere in profondità  
con un movimento di **SUBDUZIONE**

La litosfera

- inflette verso il basso (si formano le fosse oceaniche)
- si riscalda
- comincia a fondere
- si immerge nel mantello
- viene riciclata

## ◆ La discesa della litosfera

avviene con violenti attriti,  
che si manifestano come terremoti

## ◆ Una parte della litosfera

non viene riciclata nel mantello,  
ma fonde gradualmente producendo grandi volumi di magma  
che, essendo meno denso del materiale circostante,  
sale verso la superficie  
e alimenta il vulcanesimo degli archi vulcanici.

# PROVE DELL'ESPANSIONE DEI FONDALI OCEANICI 1

## ✿DISTRIBUZIONE SPECULARE DELLE ROCCE

\*Parallelamente all'asse della dorsale, si notano fasce rocciose allungate dotate alternativamente di magnetismo normale e magnetismo invertito

\*La distribuzione di queste fasce rocciose è simmetrica rispetto alla dorsale.

Questa caratteristica spiega la teoria dell'espansione dei fondali oceanici

✧ L'espansione dei fondali oceanici ha inizio con la lacerazione della placca litosferica.

✧ Dall'astenosfera risale materiale fuso.

✧ Questo materiale in superficie, solidifica in una fascia di roccia basaltica

✧ Questa roccia basaltica assumerà la polarizzazione del campo magnetico esistente nel momento della solidificazione.

✧ La fascia di roccia solidificata aderisce ai monconi della rift e si allontana con loro man mano che altro materiale fuso risale e si solidifica.

✧ Se nel frattempo il campo magnetico terrestre si inverte la nuova fascia lavica registra tale fenomeno e viene magnetizzata in direzione opposta a quella delle rocce formatesi in precedenza

✧ Il processo di espansione prosegue e così altra crosta si allontana dalla Rift valley insieme a quella più antica

## **PROVE DELL'ESPANSIONE DEI FONDALI OCEANICI 2**

### **\*ETA' DEL PAVIMENTO OCEANICO**

I basalti sottomarini  
sono tanto più antichi  
quanto più ci si allontana dalle dorsali

### **\*SPESSORE DEI SEDIMENTI**

Lo spessore dei sedimenti  
\*è molto ridotto sulle dorsali  
dove la crosta basaltica è appena formata  
\*aumenta man mano che ci si allontana dalla rift valley

✎ **Queste prove sono state confermate negli anni sessanta del XX secolo grazie alle crociere della nave oceanografica *Challenger* in grado di perforare e campionare i sedimenti marini e di penetrare nel sottostante strato di basalto anche sui fondali abissali**

### **\*PALEOMAGNETISMO**

**Magnetismo residuo**

# PALEOMAGNETISMO

## Magnetismo residuo

### ✿ Il paleomagnetismo

è il campo magnetico terrestre  
che è stato prodotto in periodi antecedenti a quello attuale

Le rocce ricche di ferro (ferromagnetiche)

**registrano** durante la loro formazione  
la magnetizzazione esistente in quel momento  
(intensità, direzione, polarità del campo magnetico)

**conservano** la direzione del loro campo magnetico  
anche se la direzione del campo magnetico terrestre  
varia nel tempo.

✿ In base agli studi effettuati sul paleomagnetismo delle rocce  
si è potuto constatare che:

→ La direzione della magnetizzazione conservata da rocce antiche  
è diversa da quella del campo magnetico attuale

→ Nel corso delle ere geologiche  
in molte rocce il campo magnetico terrestre  
ha subito numerose inversioni

⊗ Il campo magnetico terrestre  
ha avuto nel tempo direzioni differenti  
(i poli si sono scambiati tra loro)

⊗ 171 inversioni negli ultimi 76 milioni di anni  
con durata media di

420.000 anni per la polarizzazione normale

480.000 anni per la polarizzazione inversa

✿ Utilizzando numerosi **campioni di lava** accuratamente **datati**

si è ricostruito in dettaglio

la successione dei periodi di tempo a polarità normale e a polarità inversa

che si sono susseguiti negli ultimi 5 milioni di anni