

Terra: l'espansione del fondo oceanico e l'orogenesi • Capitolo T2

VERIFICA LE TUE CONOSCENZE

- | | |
|-----|------|
| 1 B | 8 C |
| 2 B | 9 A |
| 3 C | 10 C |
| 4 C | 11 D |
| 5 C | 12 D |
| 6 B | 13 C |
| 7 A | 14 D |

VERIFICA LE TUE ABILITÀ

- 15 a.** pressione;
b. decompressione adiabatica;
c. camera magmatica
- 16 a.** attivi;
b. fosse tettoniche;
c. trasformi
- 17 a.** divergenti;
b. tettoniche;
c. assottigliamento;
d. sprofonda
- 18 Termini da inserire:** attivi, convergenza, subduzione, oceanica, Benioff, sedimenti, esplosive, intermedio, arco magmatico, retroarco, media, marginali, estensione, Creta, Rodi, magmatico, Egeo, bacino.
- 19 A**
Motivazione: il senso del movimento ai due lati della faglia è opposto solo nel tratto compreso tra i due tronconi di dorsale, in cui si generano i terremoti per attrito. Nei tratti esterni ai due tronconi di dorsale, il senso del movimento ai due lati della faglia è concorde, quindi nelle zone laterali, essendo la velocità di espansione praticamente la stessa, non esiste alcuno scorrimento relativo.
- 20 B**
Motivazione: le lave magnetizzate in epoche in cui la direzione del campo magnetico era la stessa di quella attuale producono un'anomalia positiva in quanto il loro magnetismo fossile si somma a quello attuale. Viceversa, le lave magnetizzate inversamente producono un'anomalia negativa dato che il loro magnetismo fossile è contrario al magnetismo terrestre attuale, e quindi si sottrae.
- 21 C**
Motivazione: le dorsali medio-oceaniche sono estesi rigonfiamenti lineari, nettamente segmentati e più o meno fratturati, la cui cresta si trova a 2500÷2700 m di profondità; il fondo oceanico digrada da entrambi i lati della dorsale fino a raggiungere una profondità di 5÷6 km. Le dorsali quindi si elevano sul fondo oceanico adiacente di 2÷3 km e hanno una larghezza che varia da 1000 a 4000 km. La zona di cresta delle dorsali è quella topograficamente più accidentata, costituita da una fossa tettonica o *rift valley*, circondata da rilievi basaltici molto fratturati. La *rift valley* delle dorsali è una zona di terremoti a ipocentro poco profondo, caratterizzata da elevato flusso di calore e da attività vulcanica effusiva.
- 22 A**
Motivazione: le ofioliti sono una sequenza di rocce caratterizzata dall'associazione verticale di sedimenti marini (radiolariti, calcari pelagici), lave basaltiche a *pillow*, dicchi stratiformi, gabbri e peridotiti più o meno serpentinate. In base alla tettonica delle placche, le ofioliti sono frammenti alloctoni di litosfera oceanica spinti sulla superficie dei continenti durante le orogenesi e inglobati nelle catene montuose, mediante un processo di obduzione. La loro presenza all'interno delle catene montuose testimonia l'esistenza di un precedente bacino oceanico consumato dal fenomeno della subduzione.
- 23 D**
Motivazione: Attualmente si ritiene che le catene montuose della Terra si siano formate attraverso tre differenti processi orogenetici. Nell'orogenesi da attivazione, una placca oceanica subduce velocemente e per lungo tempo un margine continentale. Un processo di questo genere forma catene montuose tipo cordigliera (Ande argentine e cilene, Montagne Rocciose). Nell'orogenesi da collisione, due blocchi continentali, trasportati passivamente dalle rispettive placche, giungono a fronteggiarsi e a «scontrarsi» (Alpi, Himalaya, Urali).

Nell'orogenesi per accrescimento crostale, simile a quello collisionale, piccoli blocchi cristallini entrano in collisione, in tempi successivi, con i margini di un continente accumulandosi e saldandosi a esso (catene dell'America nord-occidentale).

24 C

Motivazione: i margini dei continenti possono trovarsi distanti dai margini di placca, si tratta dei margini continentali passivi o margini continentali trasformati, oppure coincidere con i margini di placca; in tal caso si tratta dei margini continentali attivi.

I margini continentali passivi e i margini continentali trasformati sono caratterizzati da assenza di fenomeni sismici e vulcanici; i margini continentali attivi, al contrario, sono interessati in modo significativo dai fenomeni endogeni.

I margini continentali passivi sono tipici dei continenti che si trovano ai bordi dei bacini oceanici in espansione, come l'Oceano Atlantico. Rispetto

al verso del moto della placca, essi si trovano «in retroguardia», cioè sull'orlo posteriore del continente, per cui sono tettonicamente inattivi. Il principale fenomeno che si verifica in questi margini è la sedimentazione di materiali di origine continentale, che si accumulano indisturbati.

I margini continentali trasformati corrispondono a bruschi rigetti o deviazioni nella spaccatura iniziale, in corrispondenza della quale si attuerà poi la separazione continentale. Anche questi margini sono tipici degli oceani in espansione e caratterizzano l'orlo del continente in posizione posteriore rispetto al verso dello spostamento.

I margini continentali attivi sono soggetti prevalentemente a sforzi compressivi. Questi margini sono situati sul bordo dei continenti in posizione anteriore rispetto al verso dello spostamento e coincidono con il confine della placca. Si tratta di margini tettonicamente attivi, che caratterizzano oceani in contrazione, come l'Oceano Pacifico.

VERSO L'ESAME

DEFINISCI

33 Lava a pillow: i cuscini (*pillow*) si formano quando la lava fuoriesce da un condotto vulcanico sottomarino. Al contatto con l'acqua marina fredda la superficie della lava subisce un repentino raffreddamento e si forma una sottile crosta solida. A causa di questo fenomeno il flusso lavico si suddivide in blocchi che, ancora parzialmente fusi al loro interno, si deformano fino al completo raffreddamento, assumendo una forma tondeggiante.

Faglia trasforme: in una faglia trasforme, i tronconi di dorsale sono spostati in senso opposto al movimento della faglia nel tratto compreso tra di essi. I terremoti si verificano solo in questo tratto, in quanto nei tratti all'esterno il movimento in entrambi i lati della faglia è concorde. La faglia esiste solo nel tratto compreso tra le due dorsali, esternamente la faglia «si trasforma» in zona di frattura.

Pennacchi: i pennacchi sono correnti cilindriche ascensionali di materiale incandescente del mantello di cui i punti caldi si ritiene siano le manifestazioni superficiali. I pennacchi potrebbero originarsi in zone stagnanti, al centro di correnti convettive circolari, oppure potrebbero provenire dalle parti più profonde del mantello, al di sotto di quella zona efficacemente rimescolata dalla convezione.

Guyot: in una placca oceanica, in corrispondenza del punto caldo, si hanno grandi vulcani subaerei attivi, che formano isole. Le isole vulcaniche si spostano insieme alla placca litosferica di

cui fanno parte e quindi si allontanano progressivamente dal punto caldo, che rimane fisso. Le isole, via via sempre meno elevate, diventano vulcani spenti; infine, demoliti dalle onde, questi vulcani ormai spenti sono sommersi dalle acque e diventano guyot, cioè montagne sottomarine dalla cima piatta, che si trovano prevalentemente in zone dove la crosta ha un'età superiore ai 30 milioni di anni.

Margine continentale passivo: un margine continentale passivo è caratterizzato da potenti depositi di materiali di origine continentale che si accumulano indisturbati e da scarsissima attività tettonica. I margini continentali passivi sono tipici dei continenti che bordano oceani in espansione e segnano il confine tra continente e oceano della stessa placca; possono però formarsi anche quando un arco magmatico si stacca dal margine di un blocco continentale per un processo di espansione nell'area di retroarco. Margini di questo tipo sono presenti nell'Oceano Atlantico, nel Mar Rosso, in India e in Australia.

Orogenesi: è la nascita di una catena di montagne. Le Alpi, gli Appennini e tutte le catene che portano fino all'Himalaya attraverso Croazia, Albania, Grecia, Turchia e Iran, tanto per fare uno degli esempi più spettacolari, derivano dalla collisione dell'Eurasia con i blocchi afro-arabico e indiano. L'orogenesi si verifica ai limiti di placca convergenti, dove è in atto subduzione.

Ofiolite: associazione di rocce che corrispondono a lembi di crosta oceanica o di mantello, variamente metamorfosati, coinvolti in un'orogenesi.

Combustibile fossile: materiale organico derivato dall'accumulo di resti di organismi animali e vegetali vissuti milioni di anni fa. La maggior parte dei giacimenti di queste risorse naturali si trova nel sottosuolo ai bordi alle catene montuose legate all'attività orogenetica prodotta dalla collisione delle placche tettoniche.

DISCUTI

34 A seguito della collisione tra una placca oceanica e una continentale avviene un processo di subduzione che, se si prolunga per milioni di anni, dà origine a un enorme prisma di accrezione, mentre sotto il continente risalgono magmi che alleggeriscono la crosta. La crosta continentale si solleva isostaticamente e i magmi che arrivano in superficie creano sul bordo del continente un arco magmatico. Si origina così una cordigliera, cioè una catena montuosa marginale, formata da un allineamento di vulcani (Ande, Montagne Rocciose canadesi). Se il processo col tempo migra verso l'interno del continente, si formano più catene parallele separate da grandi altipiani.

SPIEGA

35 Quando due continenti entrano in collisione, compressione e deformazioni raggiungono la massima intensità. La compressione accorcia e ispessisce la crosta formando una grande catena montuosa, mentre lungo i margini dell'orogene si generano fasce di pieghe e di accavallamenti. Nel nucleo della catena montuosa si originano fasce di metamorfismo regionale (grandi aree in profondità nella crosta vengono sottoposte a elevate temperature e forti pressioni), che si dispongono parallelamente alla direzione di sviluppo delle deformazioni. Il grado metamorfico, in genere, è massimo nella parte centrale e più profonda della catena e diminuisce verso l'esterno; ciò si può spiegare considerando sia l'intensa deformazione che interessa le parti centrali di una catena, in particolare nella zona di sutura, sia il forte riscaldamento al quale sono sottoposte le parti profonde della crosta continentale, che può determinare la fusione parziale delle rocce e la risalita di magmi granitici. Si viene così a creare nel nucleo della catena un complesso miscuglio di rocce metamorfiche (ossia rocce che si sono formate in seguito alla trasformazione di altre rocce) di grado elevato e di rocce ignee (ovvero rocce che derivano da un magma).

DESCRIVI

36 Se sotto un blocco continentale si forma una cella convettiva, nel mantello si ha una zona più calda del normale e quindi una diminuzione della sua

densità. L'aggiustamento isostatico che ne segue produce un vasto inarcamento nel continente sovrastante. Quando l'inarcamento ha interessato una sufficiente estensione crostale, iniziano a formarsi le fosse tettoniche (*rift valley*). Durante l'inarcamento termico che precede e accompagna la formazione delle fosse tettoniche, si manifesta anche una sensibile attività vulcanica. Questo processo è oggi in atto nell'Africa orientale dove si sta verificando l'incipiente separazione del blocco somalo dalla Placca Africana. In quell'area è presente un imponente sistema di fosse tettoniche e si registra un'intensa attività vulcanica. A partire dal Golfo di Suez a nord fino al Mozambico a sud, sono in atto tutte le fasi dell'apertura di un continente, della formazione di margini continentali passivi e infine di un oceano, seppure ancora di dimensioni ridotte. La fase di rifting si sta verificando in Etiopia e giù fino alla Tanzania, al Malawi e al Mozambico. In quel tratto sono presenti le famose *rift valley* spesso occupate da profondi, lunghi e stretti laghi.

RICERCA

37 Sugerimento: in merito alle spedizioni condotte con la nave oceanografica Glomar Challenger, si segnalano gli articoli «Le ricerche oceanografiche», Italo Bovolenta Editore, disponibile all'indirizzo http://www.multimedia.bovolentaeditore.com/download/bos_oceani_doc_12_02-pdf e «Per capire i fenomeni geologici (1)», disponibile all'indirizzo http://emmeciquadro.euresis.org/mc2/26/mc2_26_speciani_fenomeni-geologici-1.pdf

RICERCA E IPOTIZZA

38 Sugerimento: in relazione ai dati satellitari sui movimenti delle placche, è possibile visitare l'archivio informatico della NASA, National Aeronautics and Space Administration, disponibile all'indirizzo: <http://sideshow.jpl.nasa.gov/mbh/series.html>

ANALIZZA E DEDUCI

39 Alle variazioni laterali di velocità delle onde P corrispondono variazioni delle proprietà dei materiali attraversati quali densità, rigidità e temperatura. Le zone a maggiore velocità di propagazione delle onde (aree azzurro-blu) sono quelle più fredde, mentre le zone a minore velocità di propagazione delle onde (aree giallo-rosse) sono quelle più calde.

L'andamento delle velocità di propagazione delle onde in profondità, legato alle temperature, consente di individuare aree a diverso flusso di calore. Il margine del bacino pacifico rappresenta una zona a moderato flusso di calore, mentre l'a-

rea compresa tra l'arcipelago delle Tonga e quello delle isole Fiji rappresenta una zona a elevato flusso di calore.

Da destra verso sinistra si individuano i seguenti elementi morfotettonici: oceano aperto (Placca del Pacifico); fossa oceanica; bacino arco-fossa; arco vulcanico (Isole Tonga); bacino di retroarco (bacino Lau); isole di origine vulcanica (Isole Fiji).

L'area di colore blu evidenzia una placca litosferica fredda e rigida in subduzione (piano di Benioff) che è completamente riassorbita alla profondità di circa 650 km. Le aree gialle e rosse indicano materiali caldi in apparente risalita.

Il sistema arco-fossa indica una zona di convergenza dove la placca pacifica scende in profondità sotto l'arco magmatico intraoceanico delle Tonga, mentre il bacino oceanico di retroarco Lau rappresenta un'area di distensione dove materiali del mantello risalgono producendo nuova crosta.

I margini delle placche sono di tipo oceanico. L'arco delle Tonga, essendo interessato dalla risalita di magmi originatisi dalla parziale fusione di crosta oceanica subdotta, dovrebbe avere un'attività di tipo misto con alternanza di colate laviche, flussi piroclastici ed esplosioni.

Lo sviluppo di un bacino di retroarco (bacino Lau) ha portato alla frammentazione dell'antico arco e alla separazione delle sue parti per rapida espansione del fondale oceanico.

Essendo un bacino di retroarco formatosi per estensione crostale, dovrebbe avere un vulcanismo basaltico.

DEDUCI

40 Sì, tutti i dati riportati lo indicano.

RIFLETTI E SPIEGA

41 Il flusso di calore emesso dalla superficie terrestre è massimo lungo le dorsali oceaniche, dove il mantello sottostante è molto vicino alla superficie e fonde per la bassa pressione litostatica. La crosta oceanica è continuamente creata dalla fusione parziale del mantello in risalita sotto la dorsale. Il magma prodotto risale in superficie, dove si raffredda e solidifica, formando la crosta che sarà poi trasportata via dal processo di espansione. Il flusso di calore diminuisce all'aumentare della distanza dal *rift* della dorsale, per il progressivo raffreddamento e ispessimento della litosfera dovuti alla maggiore età di formazione. Lo spessore della litosfera si accresce notevolmente allontanandosi dalla dorsale a causa del progressivo diminuire del flusso geotermico; ciò fa sì che la temperatura di fusione della roccia costituente il mantello si sposti sempre più in profondità.

RIFLETTI E COLLEGA

42 Suggestivo: può essere utile una ricerca in Rete sui «proxy data» paleoclimatici e la visione di un interessante articolo, «Un tesoro di geni sul fondo del Mar Nero», che correla il sequenziamento del DNA (applicato ai sedimenti marini) alle variazioni climatiche, disponibile all'indirizzo <http://archivoscienze.scuola.zanichelli.it/2013/06/13/un-tesoro-di-geni-sul-fondo-del-mar-nero/>

ANALIZZA I DATI

- 43**
- 1.** Dorsale del Pacifico orientale →
→ $9 \div 9,5$ cm/anno
 - 2.** Dorsale pacifico-antartica → 7,5 cm/anno
 - 3.** Oceano Indiano meridionale e Nord Pacifico →
→ $5,5 \div 6$ cm/anno
 - 4.** Sud Atlantico → $3,5 \div 4$ cm/anno
 - 5.** Oceano Indiano settentrionale →
→ $2,5 \div 3$ cm/anno
 - 6.** Nord Atlantico → 2 cm/anno