



Anisn

**HUMANITAS  
UNIVERSITY**

**ZANICHELLI**

**Olimpiadi delle Scienze Naturali 2022 – XX Edizione - Fase Nazionale  
(triennio Scienze della Terra)**

FOGLIO RISERVATO AL DOCENTE

**CHIAVI**

<b>Domanda</b>		<b>Domanda</b>	
PARTE PRIMA		12	<b>C</b>
1	<b>B</b>	PARTE TERZA	
2	<b>B</b>	13	<b>B</b>
3	<b>D</b>	14	<b>A</b>
4	<b>C</b>	15	<b>A</b>
5	<b>A</b>	16	<b>D</b>
6	<b>D</b>	PARTE QUARTA	
PARTE SECONDA		17	<b>C</b>
7	<b>B</b>	18	<b>C</b>
8	<b>D</b>	19	<b>D</b>
9	<b>A</b>	20	<b>B</b>
10	<b>D</b>	21	<b>Vedi sotto</b>
11	<b>B</b>		

<i>Struttura geomorfologica</i>	<i>Immagine</i>
<b>ATOLLO</b>	<b>8</b>
<b>BARCANE</b>	<b>4</b>
<b>BASALTO COLONNARE</b>	<b>7</b>
<b>CALANCHI</b>	<b>1</b>
<b>CAMPO SOLCATO</b>	<b>15</b>
<b>CIRCO GLACIALE</b>	<b>19</b>
<b>COLONNE ALABASTRINE E STALATTITI</b>	<b>18</b>
<b>CONOIDE DI DETRITO</b>	<b>16</b>
<b>DELTA</b>	<b>13</b>

<b>DOLINA</b>	<b>3</b>
<b>ESTUARIO</b>	<b>12</b>
<b>FALDA DI DETRITO</b>	<b>17</b>
<b>FALESIA</b>	<b>5</b>
<b>MASSO ERRATICO</b>	<b>14</b>
<b>MEANDRI</b>	<b>11</b>
<b>PIRAMIDI DI EROSIONE</b>	<b>20</b>
<b>PIRAMIDI DI TERRA</b>	<b>2</b>
<b>SPIAGGIA</b>	<b>6</b>
<b>VALLE FLUVIALE</b>	<b>10</b>
<b>VALLE GLACIALE</b>	<b>9</b>



# Commento a cura di Alessandro Chiappori, Francesca Corti, Andrea Gibilaro, Pasquale Miglionico e Samuele Rosso, Alumni ANISN

## PARTE PRIMA – Il Giappone: un arcipelago straordinario

1. Risposta corretta: **b)** *L'arcipelago giapponese si trova sulla cintura di fuoco del Pacifico*

Il Giappone è un arco insulare, tale formazione geologica è generata da una zona di subduzione della crosta oceanica. L'unica struttura, tra quelle proposte, in cui può trovarsi il Giappone è la cintura del fuoco del Pacifico.

2. Risposta corretta: **b)** *Il territorio giapponese è situato su un margine convergente.*

I margini che generano terremoti profondi sono quelli convergenti. Infatti, in tali margini, gli ipocentri dei terremoti si generano sul piano di Benioff che raggiunge profondità anche di 700 km. Nelle altre strutture si hanno solo ipocentri superficiali.

3. Risposta corretta: **d)** *Il monte Fuji si è formato in seguito a eruzioni esplosive alternate ad eruzioni effusive.*

Il testo ci dice che il monte Fuji è uno strato-vulcano formato da un'alternanza di lave andesitiche e basaltiche. Le lave basaltiche sono basiche e fluide pertanto generano eruzioni effusive. Le lave andesitiche sono generate da magmi neutri con un'alta concentrazione di acqua che causa eruzioni esplosive. Pertanto si è formato dall'alternanza di eruzioni esplosive ed effusive.

4. Risposta corretta: **c)** *Sulla costa dell'Ecuador e in corrispondenza dell'arcipelago giapponese, si verifica subduzione della crosta oceanica in entrambi i casi.*

In entrambi i casi si ha la subduzione di crosta oceanica sotto la crosta continentale. Nel caso del Giappone, la placca pacifica subduce sotto la placca euroasiatica. Nel caso dell'Ecuador la placca di Nazca subduce sotto la placca sudamericana.

5. Risposta corretta: **a)** *L'ampiezza delle maree nel Mar del Giappone è minore rispetto all'Oceano Pacifico.*

Abbiamo detto in precedenza che il Giappone è un arco insulare. Il Mar del Giappone è un bacino di retroarco, le eruzioni che caratterizzano le zone di retroarco fanno in modo che il fondale sia meno profondo di quelli oceanici e siano presenti anche rilievi sottomarini (come si vede in foto). L'ampiezza delle maree dipende dalla profondità del mare e dalla quantità di acqua presente nel bacino di interesse; pertanto le maree dell'Oceano Pacifico avranno ampiezza maggiore di quelle del Mar del Giappone.

6. Risposta corretta: **d)** *L'attività idrotermale sottomarina non può essere la causa di uno tsunami.*

Uno tsunami si verifica quando si ha uno spostamento di una grande massa d'acqua in poco tempo; tale fenomeno può essere causato da una frana sottomarina, un terremoto sottomarino o da un collasso di un vulcano sottomarino. L'attività idrotermale non riesce a spostare tali quantità di acqua da creare uno tsunami.

## PARTE SECONDA – L'umidità dell'aria

7. Risposta corretta: **b)** *Si è verificata attività vulcanica correlata alla presenza di magma femico.*

Il basalto è una roccia magmatica femica, ossia a basso contenuto di silice, pertanto la risposta corretta è la b).

8. Risposta corretta: **d)** *I crateri di impatto si sono formati perché l'atmosfera marziana è assai meno densa e spessa di quella della Terra, per cui i meteoroidi non fondono completamente in atmosfera prima di raggiungere il suolo.*

Nel testo della domanda si dice esplicitamente che i crateri sulla superficie di Marte sono crateri da impatto, dunque si può escludere l'opzione b). Inoltre, i pianeti del sistema solare hanno un'età molto simile e si sono formati 4,56 milioni di anni fa, dunque anche l'opzione a) è errata. L'opzione c) si può anche escludere, visto che la presenza di cavità sotterranee non aumenterebbe il numero di crateri, ma al più ne aumenterebbe la dimensione. Resta pertanto l'opzione d) che è quella corretta ed inoltre è in grado di spiegare perché anche la superficie della Luna e di Mercurio (gli unici altri grandi corpi rocciosi del sistema solare interno) è ricoperta da crateri da impatto.

9. Risposta corretta: **a)** *Su Marte possono esistere vulcani così alti perché attualmente non si verifica la tettonica a placche come sulla Terra. Quindi se il magma fuoriesce da un punto sulla sua crosta un vulcano può crescere indefinitamente.*

Notiamo che, se le opzioni c) e d) fossero vere, non spiegherebbero il fatto che sulla Terra non siano presenti vulcani di dimensioni comparabili a quelle dell'Olympus Mount, dunque non possono essere considerate corrette. Inoltre sulla Terra, il collasso degli edifici vulcanici è prevalentemente dovuto allo svuotamento della camera magmatica sottostante. Pertanto anche l'opzione b) non è un'opzione accettabile. Resta l'opzione a), che è quella corretta, infatti sulla Terra gli edifici vulcanici si muovono rispetto alle regioni di risalita del magma e ciò impedisce loro di crescere in modo indefinito. Marte non presenta una tettonica analoga e pertanto i vulcani possono crescere in modo indefinito.

10. Risposta corretta: **d)** *L'ambiente marziano è letale perché non essendoci una densa atmosfera, si è a rischio di radiazioni UV, radiazioni cosmiche, temperature estreme e bassa pressione.*

Tutti i rischi elencati sono reali, pertanto la risposta corretta è la d). Infatti l'atmosfera terrestre scherma i raggi cosmici e le radiazioni UV e agisce come una riserva di calore, diminuendo l'escursione termica quotidiana, inoltre la pressione dell'atmosfera marziana non è compatibile con la vita.

11. Risposta corretta: **b)** *Tracce di molecole organiche non sono evidenza di vita, poiché sono presenti nella stragrande maggioranza dei materiali solidi del Sistema solare.*

Utilizzando tecniche di spettroscopia e di osservazione nello spettro delle onde radio, è stata possibile osservare la presenza di diverse piccole molecole organiche nello spazio interstellare. Nel 2003 è stata anche osservata la presenza di glicina (il più semplice amminoacido), anche se la scoperta non è completamente accettata dalla comunità scientifica. Visto che sappiamo che piccole molecole organiche sono comuni nello spazio interstellare, non possiamo considerarle un indicatore della presenza di vita su un pianeta.

12. Risposta corretta: **c)** *Il geologo possedeva una roccia marziana già prima di arrivare su Marte perché sulla Terra abbiamo alcuni meteoriti che provengono da Marte.*

L'opzione d) è chiaramente falsa, infatti è stato detto in precedenza che il geologo è il primo uomo su Marte. L'opzione b) è anche falsa, infatti se la Terra e Marte si fossero trovati vicini a sufficienza da fare in modo che dei frammenti della crosta marziana cadessero sulla Terra, le forze mareali sarebbero state tali da provocare la disgregazione dei pianeti stessi. Anche l'opzione a) è falsa, infatti Curiosity, come le altre missioni robotiche inviate su Marte, non sono state progettate per tornare sulla Terra, pertanto analizzano le ricche in loco. Resta l'opzione c) che è quella corretta, infatti alcuni impatti meteorici su Marte hanno lanciato dei frammenti di roccia dalla superficie marziana nello spazio, alcuni di questi frammenti sono poi caduti sulla Terra come meteoriti. Questi meteoriti sono riconoscibili perché presentano una composizione simile a quella ritrovata dai rover nelle rocce marziane e piccole quantità di gas intrappolati con una composizione simile a quella dell'atmosfera marziana.

### PARTE TERZA – L'umidità dell'aria

13. Risposta corretta: **b)** *Il cubetto azzurro indica la quantità di vapore acqueo contenuto in una massa d'aria che rimane costante all'aumentare della temperatura.*

Osserviamo dalla figura che nelle tre condizioni presenti: 1) la temperatura varia, aumentando da sinistra a destra, 2) le dimensioni del cubetto azzurro sono costanti, 3) il valore dell'umidità relativa, in percentuale, diminuisce da sinistra a

destra. Combinando queste tre condizioni con le spiegazioni fornite nel testo, concludiamo che le dimensioni del cubetto devono corrispondere alla massa di vapore acqueo contenuta, cioè l'umidità assoluta. Ciò è coerente con il fatto che l'umidità relativa invece diminuisca con la temperatura. Infatti, come ricordato nel testo introduttivo, la quantità massima di vapore acqueo che può essere contenuta aumenta con la temperatura, ovvero il rapporto fra l'umidità assoluta (costante) e l'umidità assoluta massima possibile diminuisce.

14. Risposta corretta: **a)** *Il cerchio azzurro chiaro indica la quantità di vapore acqueo che la massa d'aria può contenere a quella temperatura.*

Osserviamo che passando da 30°C a 20°C la superficie occupata dal cerchio azzurro chiaro diminuisce, mentre a 10°C, dove l'aria è satura, il cerchio azzurro chiaro scompare del tutto. Da queste osservazioni e dai ragionamenti svolti per la domanda precedente, deduciamo che il cerchio azzurro deve raffigurare l'umidità assoluta massima possibile. Quindi la risposta a) è corretta.

15. Risposta corretta: **a)** *Nella figura a 10°C la quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria coincide con la quantità massima che a quella temperatura l'aria può contenere.*

Se la quantità di vapore acqueo contenuto è massima, significa che l'aria è satura, ovvero ha un'umidità relativa del 100%. Questa condizione si verifica soltanto a 10°C.

16. Risposta corretta: **d)** *L'aria umida è più leggera perché contiene anche molecole d'acqua allo stato di vapore.*

Si tratta di capire se la presenza di molecole d'acqua in una massa d'aria faccia aumentare e diminuire la densità dell'aria. È facile confondersi pensando che l'aggiunta di vapore acqueo faccia aumentare la densità. Questo ragionamento è errato perché suppone che del vapore acqueo venga aggiunto mantenendo il volume totale costante, ma un'aggiunta di gas fa anche aumentare il volume<sup>1</sup>.

Per calcolare la densità in modo corretto conviene immaginare due masse d'aria con volume, temperatura, pressione e numero di molecole uguali. In questo modo, la differenza fra la massa d'aria più umida e quella meno umida è data dalla *sostituzione* di alcune molecole d'aria secca con alcune molecole di H<sub>2</sub>O gassoso. Ora, in prima approssimazione l'aria secca è composta da 4 parti di azoto molecolare N<sub>2</sub> e 1 parte di ossigeno molecolare O<sub>2</sub>, quindi ha una massa molecolare media di circa 29g/mol<sup>2</sup>. Il vapore acqueo invece ha una massa molecolare di circa 18g/mol, quindi pesa meno dell'aria secca. In conclusione, la densità diminuisce con l'aumentare dell'umidità dell'aria. L'unica risposta che riflette questo andamento è la d).

Notiamo infine che le risposte b) e c) si potevano escludere per logica, poiché sono due formulazioni dello stesso andamento (aumento di densità all'aumentare dell'umidità), quindi devono essere necessariamente vere o false entrambe. Dato che i quesiti hanno soltanto una risposta corretta, devono essere necessariamente false entrambe.

#### PARTE QUARTA – Miscellanea

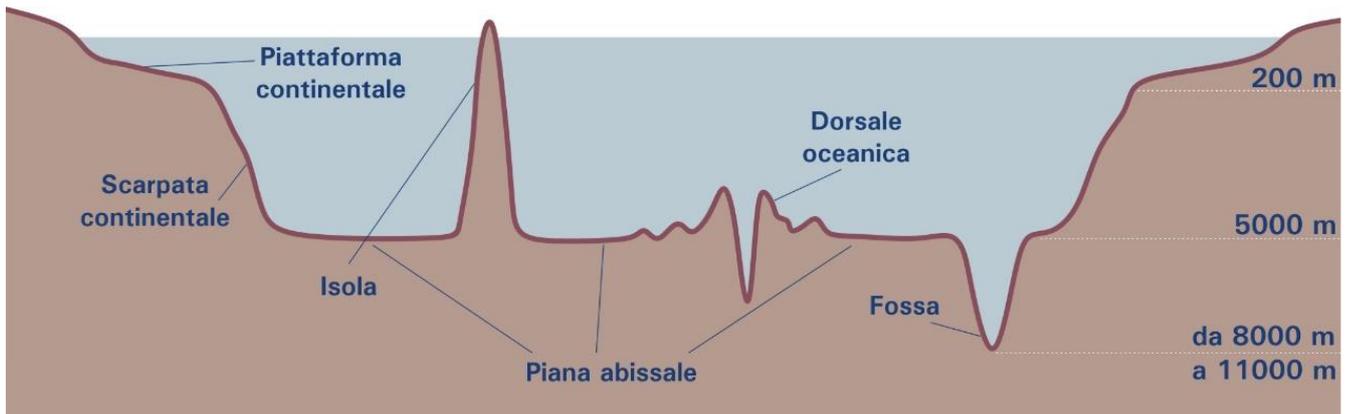
17. Risposta corretta: **c)** *La maggior parte della superficie sottomarina è occupata dalle piane abissali.*

In questo caso può essere utile osservare la seguente figura (libera da copyright):

---

<sup>1</sup> Se la pressione rimane costante, applicando la legge dei gas ideali o la prima legge di Gay-Lussac.

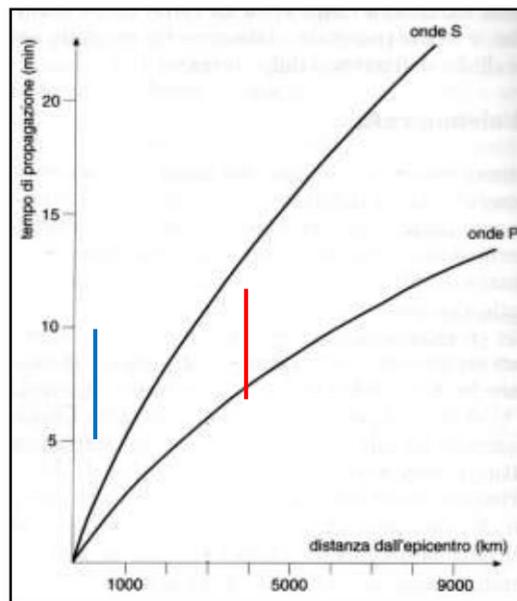
<sup>2</sup> Le masse molecolari di azoto e ossigeno sono 28g/mol e 32g/mol, quindi l'aria ha una massa molecolare di circa  $(28\text{g/mol} \times 4 + 32\text{g/mol} \times 1) / 5 = 29\text{g/mol}$



Si può osservare che sia la scarpata continentale che la fossa oceanica sono zone del fondale decisamente ripide, dunque meno estese rispetto alla totalità della superficie. Infine, si esclude la piattaforma continentale: il fondale oceanico si trova in media a circa 4000-6000 metri di profondità, mentre la piattaforma continentale non supera qualche centinaio di metri di profondità.

18. Risposta corretta: **c)** *La distanza approssimativa dall'epicentro di un punto nel quale le onde P ed S di un terremoto arrivano con un intervallo di 5 minuti è di 3500 Km.*

Per rispondere in modo corretto è necessario utilizzare il grafico di accompagnamento alla domanda:



La domanda chiede quale sia la distanza di un punto dall'epicentro, considerando che il ritardo delle onde S rispetto alle onde P, registrato nello stesso luogo, è pari a 5 minuti. Sul grafico, l'asse delle ordinate indica il tempo trascorso dall'inizio del sisma, mentre l'asse delle ascisse la distanza dall'epicentro. Il testo fornisce un dato temporale—5 minuti—che può essere visualizzato sull'asse verticale come un segmento (in blu). Si può ottenere la distanza del punto dall'epicentro considerando il punto sull'asse delle ascisse al quale corrisponde una differenza (segmento rosso) di cinque minuti tra i tempi di arrivo delle onde S e P, 3500 km circa.

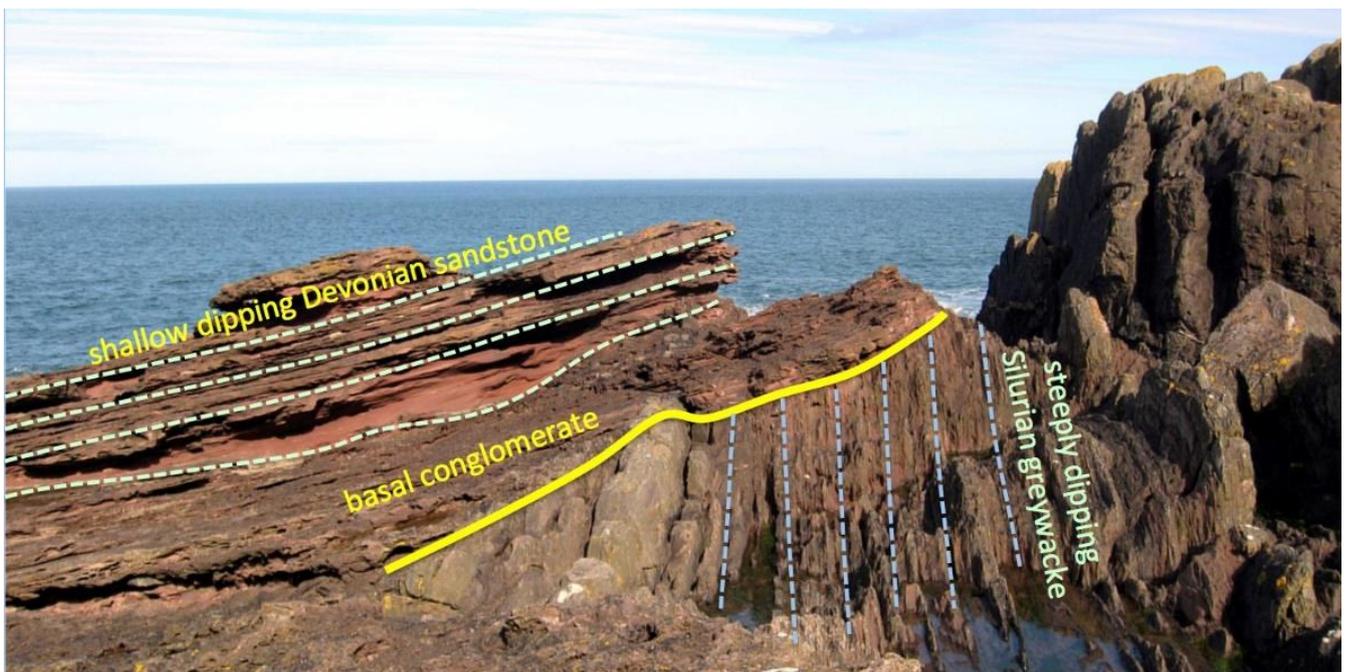
19. Risposta corretta: **d)**  $1D - 2C - 3B - 4A - 5B$

<i>Moto</i>	<i>Durata</i>
1. Rotazione terrestre	A. 365 giorni 6 ore 9 minuti 10 secondi
2. Rotazione della linea dei nodi	B. 27 giorni 7 ore 43 minuti
3. Rotazione lunare	C. circa 18,6 anni
4. Rivoluzione terrestre	D. 23 ore 56 minuti 4 secondi
5. Rivoluzione lunare	

È sufficiente associare le durate ai fenomeni corrispondenti. Un giorno—che corrisponde ad una rotazione completa della Terra intorno al proprio asse—dura circa 24 ore: 1-D. Un moto di rivoluzione terrestre corrisponde ad un anno, circa 365 giorni: 4-A. La rotazione della linea dei nodi, invece, è un movimento di lungo periodo che richiede molto più tempo, decisamente molto di più di una rivoluzione della Luna intorno alla Terra, quindi: 2-C. A questo punto non rimane che associare l'opzione B con il giusto numero: i tempi di rotazione e rivoluzione della Luna corrispondono, è corretto associare B con 3 e 5.

20. Risposta corretta: **b)** *Gli strati più antichi sono quelli in basso a destra, quasi verticali: essi hanno subito piegamenti e, successivamente, erosione.*

Si faccia riferimento ai principi base della stratigrafia: in condizioni normali, gli strati più antichi sono quelli sottostanti, mentre i più recenti si trovano al di sopra. Inoltre, per giacitura di uno strato si intende l'orientamento: è orizzontale se gli strati sono assimilabili a piani orizzontali, verticale se gli strati sono paralleli a piani verticali.



Si osservi l'immagine, sempre riferita a Siccar Point. Gli strati orizzontali sovrastano strati sottostanti verticali -parte destra in basso.

### **IL DOMANDONE FINALE Alla scoperta del paesaggio!**

Commentiamo di seguito le strutture rappresentate nelle varie immagini:

**Immagine 1: CALANCHI** – la figura mostra i tipici solchi prodotti dall'erosione da parte dell'acqua piovana, tramite un processo detto di ruscellamento, su rocce argillose.

**Immagine 2: PIRAMIDI DI TERRA** – si distinguono diverse piramidi, generate dall'erosione differenziale di materiale argilloso che si verifica quando alcune porzioni (le piramidi, appunto) vengono protette dai massi sovrastanti,

che creano una barriera l'erosione da parte della pioggia. I massi sono chiaramente visibili sopra alcune piramidi nell'immagine.

**Immagine 3: DOLINA** – Nell'immagine si distingue una depressione, che corrisponde a una delle tipiche formazioni del paesaggio carsico.

**Immagine 4: BARCANE** – L'immagine rappresenta delle dune in un deserto sabbioso, generate dall'azione del vento: queste dune sono chiamate barcane e presentano la tipica conformazione a ferro di cavallo.

**Immagine 5: FALESIA** – questa struttura corrisponde a una costa rocciosa, con pareti alte e ripide, come quella raffigurata nell'immagine.

**Immagine 6: SPIAGGIA** – si distingue la spiaggia, corrispondente a un'area costiera sabbiosa, che digrada verso il mare con un leggero pendio.

**Immagine 7: BASALTO COLONNARE** – nell'immagine sono evidenti le strutture colonnari a sezione tendenzialmente esagonale tipiche di questa formazione, che si forma quando il raffreddamento più o meno rapido di una colata lavica basaltica ne causa la fratturazione lungo alcuni piani verticali.

**Immagine 8: ATOLLO** – questa scogliera corallina è caratterizzata dalla tipica struttura ad anello, generata in corrispondenza a un'isola vulcanica sommersa.

**Immagine 9: VALLE GLACIALE** – la valle mostra la caratteristica sezione a “U” prodotta dall'erosione di un ghiacciaio

**Immagine 10: VALLE FLUVIALE** – la valle mostra la caratteristica sezione a “V” prodotta dall'erosione di un corso d'acqua

**Immagine 11: MEANDRI** – l'immagine mostra un fiume con un tipico corso sinuoso “a meandri”, che ha origine quando un fiume che scorre in una regione pianeggiante a scarsa pendenza erode il letto fluviale dal lato concavo delle sue curve mentre deposita i sedimenti sul lato convesso, portando all'accentuarsi delle curve e all'origine di meandri con curvatura via via più significativa.

**Immagine 12: ESTUARIO** – si distingue la foce in mare di un fiume, il quale non forma ramificazioni e sfocia quindi in un unico ramo.

**Immagine 13: DELTA** – si distingue la foce ramificata di un fiume in mare, con la tipica struttura a ventaglio di un delta, nella quale avviene il deposito dei sedimenti fluviali.

**Immagine 14: MASSO ERRATICO** – un masso isolato e di grandi dimensioni come quello visibile nell'immagine può essere trasportato da un ghiacciaio a fondovalle e successivamente lasciato sul posto dal ritiro del ghiacciaio.

**Immagine 15: CAMPO SOLCATO** – i solchi sono ben visibili nell'immagine, e corrispondono a una forma di erosione superficiale tipica dei paesaggi carsici.

**Immagine 16: CONOIDE DI DETRITO** – il conoide è un deposito di sedimenti con caratteristica forma a ventaglio. Può avere origine alluvionale o puramente gravitativa. Nel primo caso si genera quando un corso d'acqua incontra una brusca diminuzione della pendenza e del confinamento laterale (operato nell'immagine dalle pareti rocciose nella parte a monte del corso d'acqua) e il conseguente rallentamento ed espansione del corso d'acqua provoca la deposizione dei sedimenti da esso trasportati. Nel secondo caso si forma quando dei detriti provenienti dall'erosione di una roccia più in alto si accumulano poco più in basso, a causa della minore pendenza dell'area sottostante.

**Immagine 17: FALDA DI DETRITO** – è una struttura data dall'unione laterale di più conoidi di detrito. Ha origine prevalentemente gravitativa (vedi spiegazione precedente).

**Immagine 18: COLONNE ALABASTRINE E STALATTITI** – l'immagine raffigura stalattiti e colonne, strutture date dall'unione di una stalattite con la stalagmite sottostante, nel contesto di una grotta carsica. Stalattiti, stalagmiti e colonne sono infatti forme di deposizione (generalmente di carbonato di calcio) caratteristiche del carsismo.

**Immagine 19: CIRCO GLACIALE** – si tratta di una depressione all'incirca semicircolare, descritta anche come valle ad anfiteatro, formata dall'azione erosiva glaciale.

**Immagine 20: PIRAMIDI DI EROSIONE** – Si tratta di picchi o colonne di forma variabile generate da un'erosione differenziale di rocce a diversa composizione. Si differenziano dalle piramidi di terra per la dinamica, che non dipende dalla protezione da parte di un masso sovrastante che rallenta l'erosione, ma dalla diversa composizione della roccia stessa che costituisce le piramidi e che le rende più resistenti all'erosione.

