

31 - LA CROSTA TERRESTRE I minerali Le rocce Le placche tettoniche

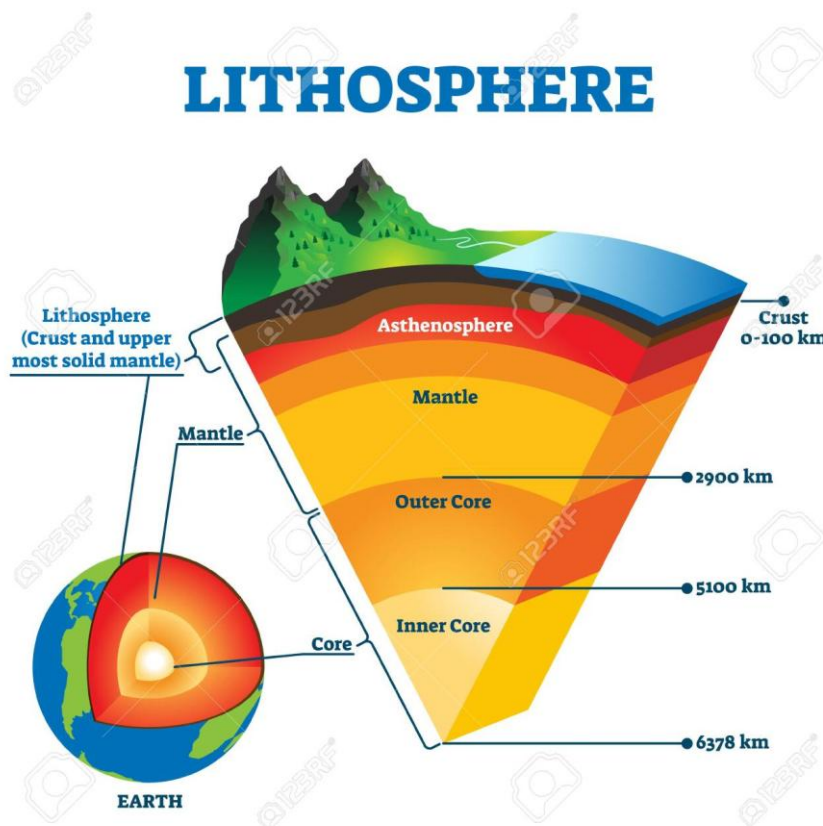
Antonio Dal Prà geologo febbraio 2022 in tempi di pandemia

E adesso vi racconto una storia. La storia della crosta terrestre. In parole povere. Scherzando.

C'era una volta...tanto tempo fa.....

Dicono, quelli che hanno studiato e che sanno tutto, che la terra si è formata circa 4,5 miliardi di anni fa, poco più o poco meno, quando una grande nebulosa, stanca di girovagare per l'Universo dopo il Big Ben, decise di darsi uno scrollone e di suddividersi creando il sistema solare. Il Sole al centro e 8 grossi pianeti che gli ruotano attorno vorticosamente. Tra questi c'è la Terra. Una grande palla di circa 6.370 km di raggio (da secoli si divertono a misurarlo , litigando), che per non essere da meno gira anche attorno a se stessa.

E' ben noto che le teorie sull'origine della terra sono molte, ma tutte sono collegate con l'origine del sistema solare da una nebulosa. Dobbiamo crederci. Inizialmente la terra era un gran miscuglio di elementi chimici, alcuni tra loro combinati. Poi a poco a poco , per il gioco di forti variazioni di temperatura, così scrivono gli astrofisici, gli elementi più pesanti come il ferro e il nichel si raccolsero al centro a formare il nucleo, mentre i più leggeri, come l'alluminio, il silicio, il sodio, il potassio si sistemarono attorno alla superficie dove formarono gli involucri più esterni della terra: il mantello e la crosta, di cui parleremo più avanti.



Dunque, con il raffreddamento progressivo, la parte esterna della nostra simpatica terra si consolidò e divenne rocciosa. Attenti, la Terra non è il solo pianeta roccioso del sistema. Lo sono anche gli altri 3 , i piccolini : Mercurio, Venere e Marte, almeno in superficie. Gli altri 4, giganteschi, sono ancora gassosi o gelati. Chissà che cosa hanno combinato i nostri bravi astrofisici per arrivare a queste valutazioni. Certamente si sono a lungo azzuffati.

Naturalmente lo spessore della crosta solida non è costante su tutta la superficie. Ricordatevi che il nostro amato pianeta è disomogeneo in tutte le sue cose : è una variabile continua. I geofisici, che si occupano della composizione della terra, hanno chiaramente evidenziato una prima rilevante differenza, nello spessore : la crosta è piuttosto sottile sotto gli oceani (da 4 a 8 km circa) ed è invece molto spessa sotto la superficie emersa (30-70 km). Gli studiosi parlano di **crosta oceanica e crosta continentale**, differenti non solo di spessore, ma anche di composizione, come vedremo. E sotto la crosta cosa c'è? I soliti astrofisici , bene informati, assieme ai geofisici, sostengono, e bisogna dar loro retta, che la crosta poggia sopra uno grosso involucro chiamato mantello, dello spessore di poco meno di 2900 km, formato da materiale prevalentemente viscoso, magmatico, denso, plastico.



A scuola ci hanno insegnato che il sismologo istriano Mohorovicic, studiando la propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo, nel 1909 individuò la superficie di separazione tra crosta e mantello, superficie che venne da allora indicata come **Discontinuità di Moho**.

Possiamo dunque dire che la Crosta Terrestre è il guscio esterno della Terra , sottilissimo: rappresenta solo il 2 % circa del volume totale del nostro pianeta e solo l'1 % del suo peso ,quindi una porzione assai limitata. Tuttavia la crosta ha una importanza fondamentale nella storia della terra. Si può dire che è l'archivio storico del nostro pianeta, perché custodisce le tracce e le prove dei fenomeni geologici e biologici che si sono succeduti nel tempo. Durante un lunghissimo percorso, iniziato con la nascita della terra nel sistema solare, la crosta terrestre è stata sede di immani fenomeni che hanno condizionato la sua storia, la vita nel pianeta, e che continuano tuttora a verificarsi e a manifestarsi : la formazione dei continenti e degli oceani, il sollevamento delle catene montuose, le eruzioni vulcaniche, i terremoti e la vita biologica con la sua fantastica evoluzione.....e anche l'uomo, che da un tempo molto recente ha rapidamente e arrogantemente affollato i continenti.

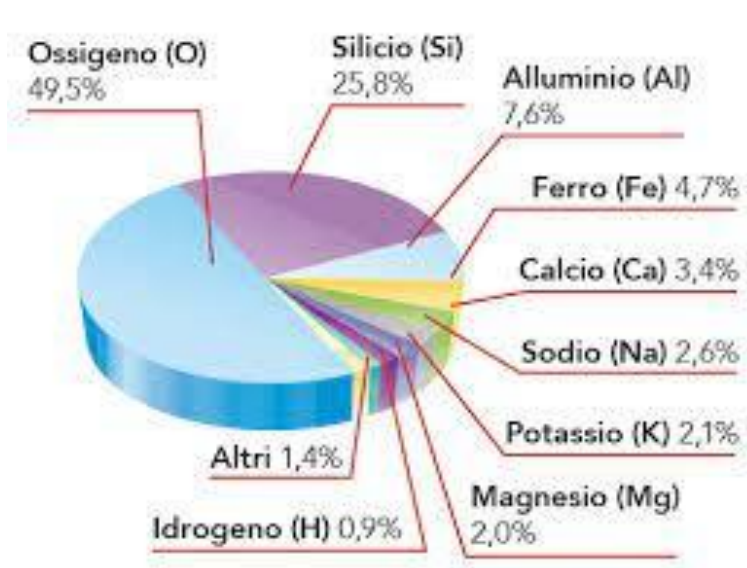
Ma non crediate che la crosta sia composta interamente dallo stesso tipo di rocciaCi mancherebbe. Ci sono delle differenze notevolissime. Da zona a zona e anche in profondità.

L'uomo è arrivato sulla luna , distante 380.000km, è arrivato ai confini del sistema solare, a 11 miliardi di km, ma il pozzo più profondo scavato sulla crosta del nostro pianeta a malapena è arrivato ai 14 km dal suolo. E ricordatevi che il raggio della terra è di ben 6.370 km. Quindi, per via

diretta conosciamo pochissimo della composizione terrestre. Molto di quello che sappiamo proviene da accertamenti indiretti, grazie soprattutto alle misure di velocità delle onde sismiche dei terremoti e dallo studio delle lave che arrivano dal profondo mantello. Perforare la terra è molto difficile , a causa delle temperature e delle pressioni che si incontrano scendendo in profondità.

Nei nostri primi libri di scienze , a scuola, stava scritto che gli elementi chimici naturali, quelli individuati sulla terra, sono numerosi, poco meno di un centinaio (mi pare siano 92) . Vi ricordate la tavola periodica di Mendeleev appesa sulla parete dell'aula scolastica ?

Tuttavia è bene evidenziare subito , e non stupitevi più di tanto, che solo molto pochi sono i componenti fondamentali delle rocce della crosta. Infatti la presenza degli elementi principali viene così definita dai saggi : per il 75% , da ossigeno con il 49,5 % e da silicio con il 25,8 %. Gli altri elementi chimici principali sono l'alluminio (7,6), il ferro (4.7) , il calcio (3,4) , il sodio (2,6) , il potassio, 2,1) , il magnesio (2 %), l'idrogeno, 0,9) . Tutti gli altri , rari, costituiscono il 1,4 % . Come si vede la parte del leone viene attribuita ad ossigeno e silicio.



E' chiaro che queste valutazioni derivano da migliaia di analisi di campioni di roccia prelevati in tutto il mondo.

Sappiate che solo in casi rarissimi questi elementi si trovano liberi, non combinati in composti chimici, come succede per l'oro e l'argento. La combinazione di più elementi chimici porta alla formazione dei minerali, che sono i costituenti delle rocce della crosta.

Un certo sig. F.W. Clarke, alcuni anni fa, dopo aver raccolto le analisi di 1.672 tipi delle rocce che compongono la crosta terrestre e tenendo conto della loro diffusione areale, ha ottenuto la seguente percentuale in peso dei componenti espressi sotto forma di ossidi (e non dei minerali) :

- Ossido di silicio 59,71
- Ossido di alluminio 15,41
- Ossido di ferro 6,15
- Ossido di calcio 4,90
- Ossido di magnesio 4.36
- Ossido di sodio 3,55

- Ossido di potassio 2,80
- Ossido di idrogeno (acqua) 1,52
- Ossido di titanio 0,60

Per un totale di 99 %. Come vedete, gli elementi principali che compongono la crosta terrestre sono piuttosto pochi, sul centinaio presenti sulla terra.

Tenete conto che normalmente gli elementi chimici si trovano nelle rocce non come ossidi ma come composti più complessi, i minerali, salvo alcuni casi particolari. Uno di questi casi particolari è il biossido di silicio, che compare sotto forma di quarzo o di selce o silice in molte rocce. Vedremo più avanti che i composti mineralogici più diffusi sono i **silico-alluminati**, componenti fondamentali delle rocce granitiche e delle rocce basaltiche. Sulla crosta sono stati individuati moltissimi minerali, ma nella composizione delle rocce della crosta i principali sono in numero limitato : **quarzo, feldspati (ortoclasio e plagioclas), miche, anfiboli, pirosseni, olivina**, e qualche altro.

Occorre dire subito , portate pazienza, che la crosta continentale si differenzia dalla crosta oceanica non solo per lo spessore, ma anche e soprattutto per composizione mineralogica. Direte che ci mancava anche questa per complicare le cose. Però sembra che sia proprio così. Dunque ecco la differenza : la crosta continentale è composta prevalentemente da rocce della famiglia dei graniti, mentre la crosta oceanica è costituita da rocce della famiglia dei basalti. È una differenza certa, provata da una montagna di studi geologici, geofisici e geochimici. Questa differenza è il frutto dei complessi e mastodontici fenomeni che hanno coinvolto e coinvolgono la crosta terrestre nei suoi impensabili rapporti dinamici con il sottostante mantello su cui poggia i suoi piedi.

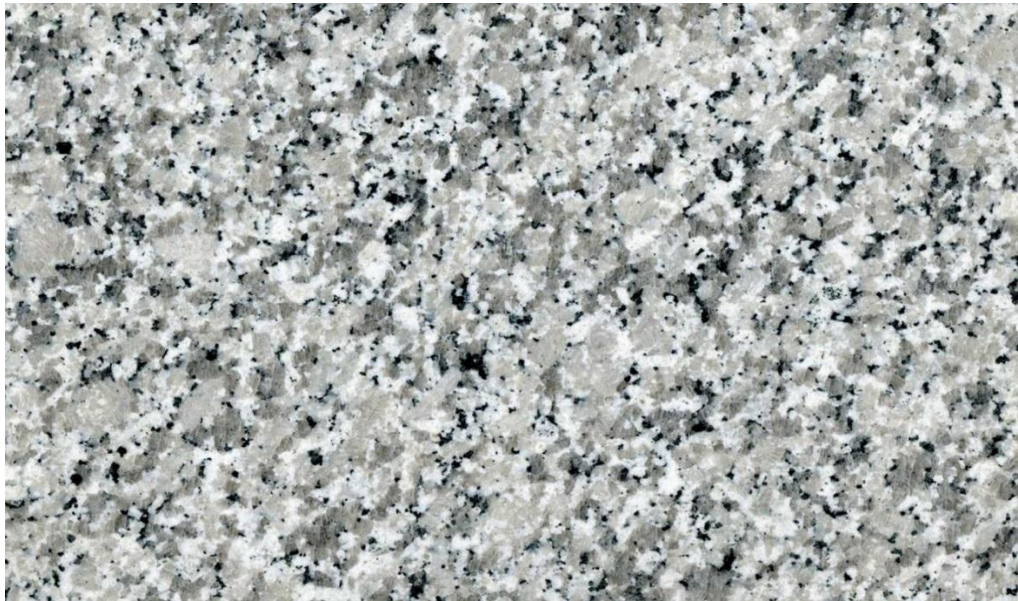
Tanto per cominciare, i due tipi di rocce si distinguono facilmente e banalmente dal colore : i graniti sono grigio-chiari o rosati, cristallini, punteggiati da piccole macchie scure; i basalti sono nerastri , amorfi, di aspetto vetroso, pesanti. Ma la differenza sostanziale sta nella composizione.

I graniti sono formati da un insieme di minerali cristallini dove abbonda il quarzo , assieme a silico-alluminati di sodio, potassio, calcio, chiamati feldspati (ortoclasio , plagioclas), e meno abbondanti le miche chiare (muscovite) e le miche scure (biotite, silico-alluminato di ferro e magnesio). Fate attenzione, ci sono molte varietà di rocce granitiche, alcune anche senza quarzo (sieniti e dioriti) , con variazioni di colore e di composizione.

L'origine dei graniti, a lungo dibattuta e oggetto di furiosi litigi tra gli studiosi, viene ormai concordemente attribuita a solidificazione lenta per raffreddamento di magmi all'interno della crosta terrestre (rocce intrusive). La lentezza del raffreddamento consente la completa cristallizzazione di tutti i minerali componenti.

Per quanto riguarda le rocce basaltiche, scure e pesanti, si nota subito la grana finissima, la scarsità di cristalli visibili ad occhio nudo, immersi in una pasta di fondo microcristallina. La composizione mineralogica è caratterizzata dall'assenza del quarzo, invece abbondante nei graniti. Come nei graniti, i componenti principali sono allumo-silicati , ma non più di sodio e potassio, ma di magnesio e ferro (pirosseni, anfiboli, olivina). L'origine di queste rocce, identiche a quelle derivate dal consolidamento delle lave eruttate oggi da molti vulcani, viene concordemente attribuita al raffreddamento di magmi provenienti dal mantello e sottoposti ad un rapido

raffreddamento , che ha impedito la cristallizzazione dei minerali. La massa di base è un impasto vetrificato di allumo-silicati di ferro, magnesio e calcio



Granito



Granito rosa

A queste due grandi famiglie di rocce occorre ora aggiungere un'altra famiglia, quella delle **rocce metamorfiche**. Vi ricordate i micascisti o le filladi fogliettate, scistose, che sembrano talvolta un mazzo di carte da gioco, o il Serizzo ghiandone del Duomo di Milano (gneiss con tutti i cristalli stirati e orientati a simulare. una fitta serie di straterelli). Sono particolari rocce, diffuse solo in regioni particolari, che si sono formate per trasformazione di rocce preesistenti. La trasformazione avviene allo stato solido, senza bisogno della fusione. Consiste in un cambio della struttura della

roccia o addirittura in un cambio dei minerali all'interno della roccia stessa. In quest'ultimo caso si tratta di un processo di



Basalto

Ricristallizzazione, dove la composizione chimica viene mantenuta e gli atomi si ridispongono dando vita a nuovi minerali e a nuovi tipi di roccia, senza mutazione generale del chimismo.

Sono numerosi i tipi di rocce metamorfiche poiché varie sono le rocce di partenza e varie sono anche le cause del metamorfismo.

Il metamorfismo di vecchie rocce può avvenire per varie ragioni, alcune localizzate e coinvolgenti masse limitate di roccia, altre coinvolgenti grandi estensioni di crosta terrestre.

Il metamorfismo più diffuso e di dimensioni imponenti è quello denominato **regionale**, collegato al sollevamento delle catene montuose, dove si sviluppano elevatissime pressioni e temperature, che sono la causa del metamorfismo. Rocce metamorfiche di simile provenienza si ritrovano in tutte le catene montuose, per estensioni di centinaia di km.

E' ben conosciuto anche un metamorfismo di **contatto**, provocato a basse pressioni ma ad alte temperature, generalmente collegato a manifestazioni magmatiche intrusive. La temperatura consente la ricristallizzazione dei minerali allo stato solido, con la formazione di nuovi tipi di rocce (cornubianiti). E' evidente che la loro estensione sulla superficie terrestre è molto limitata, e generalmente contenuta entro spessori di poche decine di metri dalla zona di contatto magmatico.

E' noto anche un metamorfismo **idrotermale**, legato alla circolazione di fluidi mineralizzati, con elevate temperature, entro le rocce. Questo fenomeno è evidentemente limitato nella crosta.

Di certo il metamorfismo che più interessa è quello regionale, per l'estensione e la grande massa delle rocce metamorfosate. Lo studio attento di queste rocce e dei minerali che le compongono

ha consentito ai geologi di approfondire la conoscenza dei fenomeni tettonici e petrografici che da sempre hanno coinvolto la crosta terrestre.



Colata di lava - basalto

Soprattutto la varietà delle vecchie rocce di partenza, oltre alle diverse pressioni e temperature che hanno agito, ha portato alla formazione di un gran numero di tipi di rocce metamorfiche, che sarebbe complicato e noioso descrivere. Vi ricordo alcuni nomi correnti : gneiss (diffusi nelle Alpi piemontesi e valdostane) , filladi (affiorano nella zona di Recoaro e nell'Agordino), micascisti, quarziti, marmi (come il marmo di Carrara e il marmo di Candoglia), ardesie, calcescisti, serpentini, scisti verdi, anfiboliti, eclogiti. I processi di metamorfosi possono essere molto complessi : una stessa roccia può aver subito più fasi metamorfiche e anche essere stata coinvolta in più orogenesi.

Roccia preesistente	Roccia metamorfica	Grado di metamorfismo
Graniti	Gneiss (ortogneiss)	
Basalti e tufi basaltici	Scisti verdi Anfiboliti Serpentini Eclogiti	basso ↓ alto
Calcari e dolomie	Marmi	
Marne	Calcescisti	
Argille e siltiti	Argilloscisti e ardesie Filladi Micascisti Gneiss (paragneiss)	basso ↓ alto
Arenarie silicoclastiche (quarzareniti)	Quarziti	

Infine, tenete duro, dobbiamo considerare un'ultima famiglia di rocce, non molto estese nella superficie terrestre, ma importantissime per lo studio della storia della terra e soprattutto della vita nel nostro pianeta. Infatti possono contenere i fossili, che sono le tracce della vita passata. Sono le **rocce sedimentarie**.

Queste rocce, come dice il nome, si formano per consolidamento di sedimenti sciolti generalmente su fondi di ambienti marini. I depositi del materiale subiscono nel tempo una serie di processi, indicati come **diagenesi**, che li trasformano in roccia compatta. Sono processi fisici e chimici, come la compattazione derivata dal peso dei materiali soprastanti che continuano a depositarsi, la cementazione ad opera di soluzioni che permeano i materiali, e talvolta la formazione di nuovi minerali.

I fiumi portano a mare grandi quantità di materiali detritici derivanti dallo smantellamento delle montagne ad opera degli agenti atmosferici: la diagenesi porta nel tempo alla formazione di **conglomerati** dai ciottoli e ghiaie, di **arenarie** dalle sabbie, di **argille** dai materiali più fini.

Sul fondo del mare si accumulano anche estesi e spessi depositi organogeni, costituiti da spoglie di animali e vegetali, che la diagenesi trasforma in **calcarei e dolomie**

Il mescolamento tra sedimenti organogeni e sedimenti detritici conduce alla formazione di **marne** (calcarei e argille) e di **calcarei argillosi**.



Roccia metamorfica - gneiss

Calcari e dolomie sono rocce molto diffuse nei rilievi prealpini e nella regione dolomitica. La stratificazione che normalmente caratterizza le rocce sedimentarie indica il ripetersi per tempi lunghissimi di episodi di sedimentazione. La presenza frequente di fossili marini è la testimonianza dell'ambiente in cui tali rocce si sono formate. Conchiglie di tutti i tipi, coralli, spugne, denti di squalo, impronte e scheletri di pesci, tracce dell'attività di vita sul fango di fondo.

Quando trovate un fossile su una roccia in montagna, come di solito succede, non cadete nell'errore di affermare che un tempo su quel posto c'era il mare. Nessuna roccia sedimentaria si trova nel luogo di formazione : tutte , in qualche momento della storia geologica della crosta terrestre, sono state dislocate, sollevate , spostate dal luogo di nascita, anche per centinaia di km.



Fillade - Per metamorfismo di argille.

Tra le rocce sedimentarie sono inclusi anche i tufi e le brecce eruttive, che si formano per consolidamento dei materiali eruttati da vulcani durante le fasi esplosive, sia in terra che a mare.

Intercalate alle varie formazioni di rocce sedimentarie si possono individuare anche rocce eruttive di tipo effusivo od esplosivo talora anche con grossi spessori e grandi estensione : esempi sono la grande piattaforma di porfidi del Trentino (ignimbriti), i basalti delle Prealpi Venete, le trachiti dei Colli euganei.

Dal consolidamento di lave e tufi sono evidentemente costituiti tutti gli imponenti apparati eruttivi dei grandi vulcani.



Strati di calcare



Coralli fossili – calcare



Calcare fossilifero

A questo punto mi pare di avere descritto, in modo naturalmente molto sintetico e approssimativo, la composizione della crosta terrestre, tralasciando rocce particolari di scarsa estensione, come il travertino e l'alabastro, i gessi e il salgemma. Ma credo di avervi annoiato abbastanza.

Ma vi sbagliate se ritenete che tutto finisca così. Assolutamente no !. Vi sbagliate proprio. Quando noi osserviamo le cose che ci circondano, le montagne, i mari e gli oceani, le pianure, i fiumi, il sole, la luna, le stelle, valutiamo e pensiamo con i tempi del nostro orologio, tempi umani. E riteniamo che tutto sia fermo, stabile, compiuto. Se noi usassimo invece l'orologio di madre

natura, con tempi geologici, un po' più lunghi dei nostri, ci renderemmo conto che tutto è in evoluzione, che tutto continua a mutare, che tutto si muove : le catene montuose continuano a sollevarsi, gli oceani si modificano e si allargano, i continenti si spostano e si allontanano, la crosta terrestre si spacca. *Panta rei* , tutto scorre , diceva il buon Eraclito, l'antico e simpatico filosofo greco. E la nostra brava crosta, il sottile guscio che avvolge il nostro pianeta, sulla quale noi viviamo e sopra la quale si è svolta la storia dell'uomo, si rinnova continuamente. Avete ben capito ! Si cambia di abito con continuità.



Massiccio granitico del Monte Bianco

Ma è proprio così ?

A parte le migliaia di vulcani che , sparsi per il mondo, emettono periodicamente materiali che diventano tufi, brecce eruttive, rocce effusive; a parte che sui fondali marini continuano ad accumularsi grandi quantità di detriti provenienti dalle terre emerse, e grandi quantità di resti organici di gusci e di strutture di animali mari, che prima o dopo diventeranno nuove rocce; fenomeni ben più imponenti di movimenti strani e di formazione di nuova crosta terrestre avvengono su aree estesissime, interessate dai complessi fenomeni di movimento delle famose **placche tettoniche**. Terremoti e vulcani sono i sintomi di questa inquietudine della crosta del nostro caro pianeta. Naturalmente non lo dico io..., ma centinaia di studi geologici svolti da ricercatori di fama internazionale degli ultimi cinquant'anni.

Quando studiavo geologia all'università eravamo fermi sulla **Teoria di Wegener** della **deriva dei continenti**. Il buon Wegener sosteneva che i singoli continenti si erano staccati pian piano dalla **Pangea** , l'unico mega continente iniziale (250 milioni di anni fa, alla fine dell'era paleozoica), e si muovevano singolarmente , girovagando tra gli oceani. La **teoria delle placche tettoniche** si è



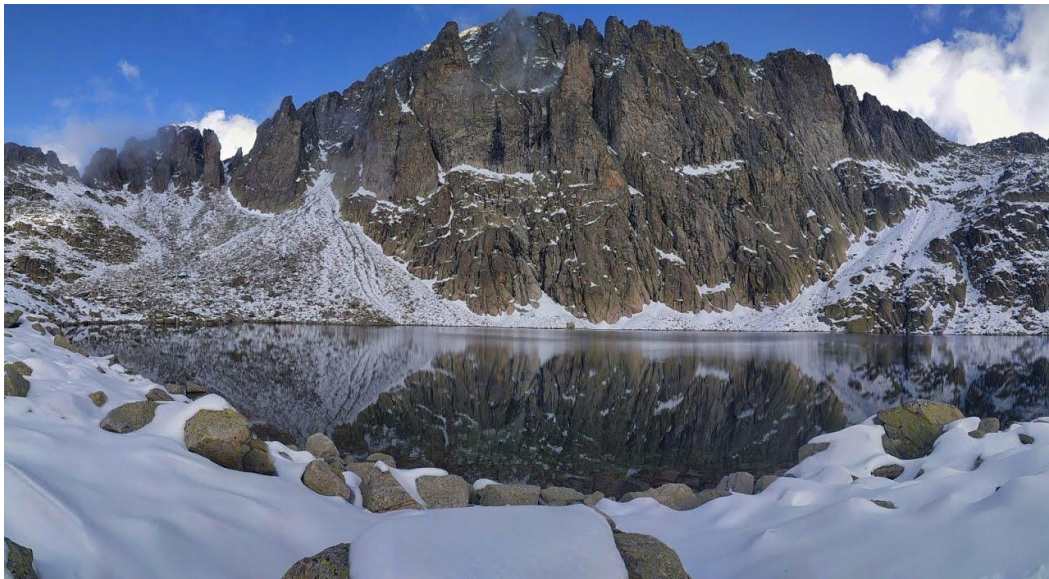
Le Tre Cime di Lavaredo - dolomia



Roccia sedimentaria - Arenaria

imposta successivamente ed è ormai accettata da tutti gli studiosi della storia della terra. Cosa dice questa rivoluzionaria teoria : la crosta terrestre è suddivisa in più o meno una ventina di

grandiose zolle rocciose, rigide, che galleggiano come isole sopra il magma denso e plastico del sottostante mantello. Queste placche molto estese sono irrequiete, si muovono continuamente, non stanno mai ferme : si spingono, si strisciano tra loro, si accavallano, si allontanano ,stracciando la crosta. Insomma ne fanno di tutti i colori. E i continenti si muovono perché trasportati dalle zolle sopra le quali si trovano. L’oceano Atlantico si allarga di 2,5 cm/anno, l’India e l’Asia si avvicinano di 4-6 cm/anno. Non so come fanno a misurare, ma occorre crederci. Loro studiano, osservano, pensano.



Massiccio granitico di Cima d’Asta

Ai miei tempi di studi universitari , vulcani e terremoti erano considerati fenomeni indipendenti. Poi ci fu la grande intuizione : eruzioni vulcaniche e fenomeni sismici erano strettamente connessi ad un unico grande motore termico profondo, tenuto in attività dai moti convettivi prodotti dal calore interno della terra, che allontanano e fanno scontrare e strisciare le grandi placche tettoniche di cui è suddivisa la crosta terrestre. Questa nuova teoria , definita unificante, ha provocato una svolta epocale nello studio della terra.

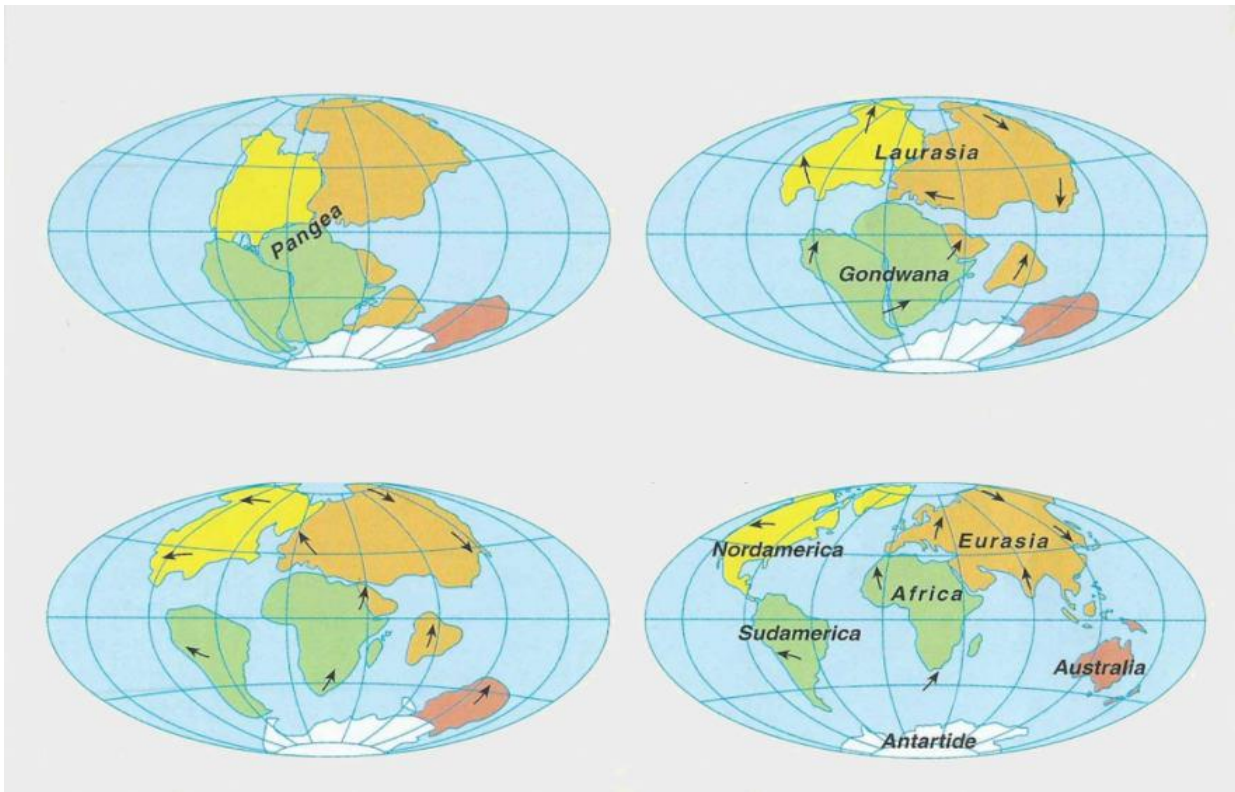
I movimenti delle zolle sono differenti, apparentemente strani, con effetti molto diversi. Questi movimenti , naturalmente nel corso di tempi geologici, hanno condizionato e condizionano la vita degli oceani, la loro estensione mutevole, il loro perdurare nel tempo, così come la vita delle catene montuose.

I geologi hanno studiato il comportamento delle placche osservando quello che succede ai margini delle placche stesse, sede ben conosciuta di terremoti ed eruzioni vulcaniche.

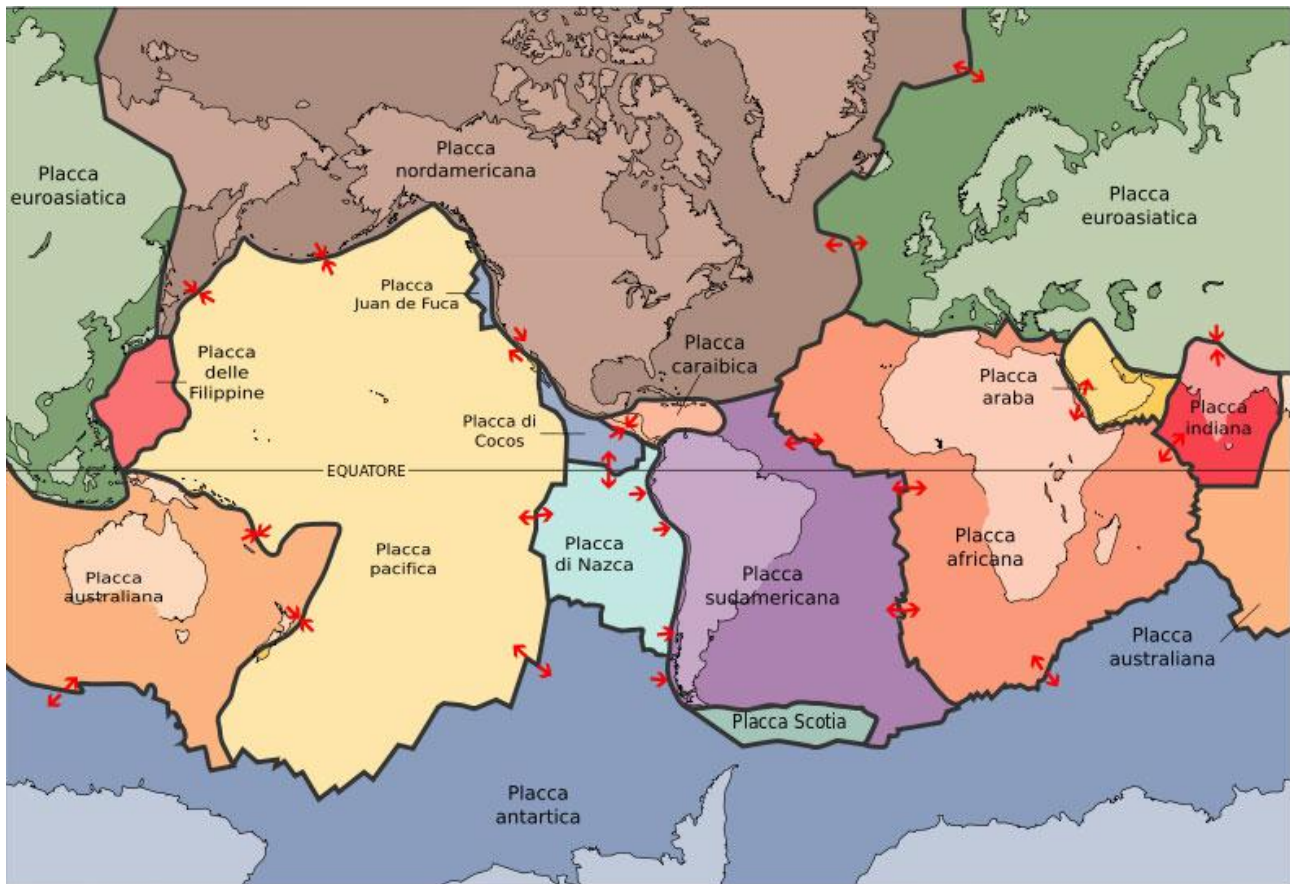
Attenzione, si tratta di fenomeni complessi. Molto difficili da capire interamente da chi non è del mestiere, perché coinvolgono discipline non semplici e numerose, come la fisica, la chimica, la geologia, la tettonica, la petrografia, la geochemica, l’astrofisica, la geofisica.

Ora proviamo a capirci qualcosa in dettaglio, semplificando al massimo e riassumendo quello che gli studiosi hanno spiegato in decine e decine di articoli scientifici. Io non sono del mestiere , i miei studi universitari mi hanno portato verso altre discipline. Quindi quello che troverete riportato

nelle righe seguenti è stato rubacchiato qua e là, consultando dati bibliografici specifici. Portate pazienza.



Teoria di Wegener della deriva dei continenti



Distribuzione delle principali placche tettoniche

Guardate cosa dicono gli studiosi a proposito delle bizzarre evoluzioni delle placche sulla crosta terrestre, sui loro movimenti e sui loro rapporti.

Quando due placche si allontanano l'una dall'altra, si crea o si accentua la spaccatura dalla quale può fuoriuscire il magma. Si può allora formare, momentaneamente, una fossa tettonica, una grande e lunga spaccatura con ripide pareti a gradinata. E' questo il caso del grande sistema di faglie dell'Africa Orientale, detto Great Rift Valley, che dal mar Morto scende fino ai grandi laghi africani. Se il distacco delle placche continua, si arriva a formare un nuovo mare, che può diventare un oceano. E' questo il caso della zolla sudamericana e di quella africana che si stanno allontanando di 2 cm/anno nell'area dell'oceano atlantico.

Quando si scontrano due placche oceaniche, una si piega e si incunea sotto l'altra, trascinata dalle correnti magmatiche del mantello. Raggiunto il mantello, si fonde e diventa magma. Questo processo è detto subduzione. Parte del nuovo magma può emergere dando luogo a vulcani e catene montuose sommerse. Un esempio grandioso delle eruzioni laviche avvenute lungo le fratture provocate dal distacco delle placche è la **Dorsale medio-atlantica**, poderosa catena montuosa sottomarina, costituita da rocce basaltiche, situata nell'Atlantico dal Polo Nord fino all'Antartide, lunga circa 16.000. E' la più lunga catena montuosa della terra, con cime di basalto alte anche più del nostro Monte Bianco. Le cime affiorano in varie isole vulcaniche, come l'Islanda e le Azzorre. E sappiate che anche il Pacifico ha le sue brave catene di monti sottomarini. Questi enormi rilievi derivano dall'accumulo delle lave eruttate dalle fratture della crosta, che si rinnovano continuamente con l'attività del movimento delle placche. Difficile immaginare questi fenomeni e la loro grandiosità.

Quando si scontrano una zolla oceanica e una zolla continentale, la placca oceanica sprofonda sotto la continentale, raggiunge il mantello e si fonde. E può risalire come magma ad alimentare i vulcani. Anche in questo caso si parla di subduzione.

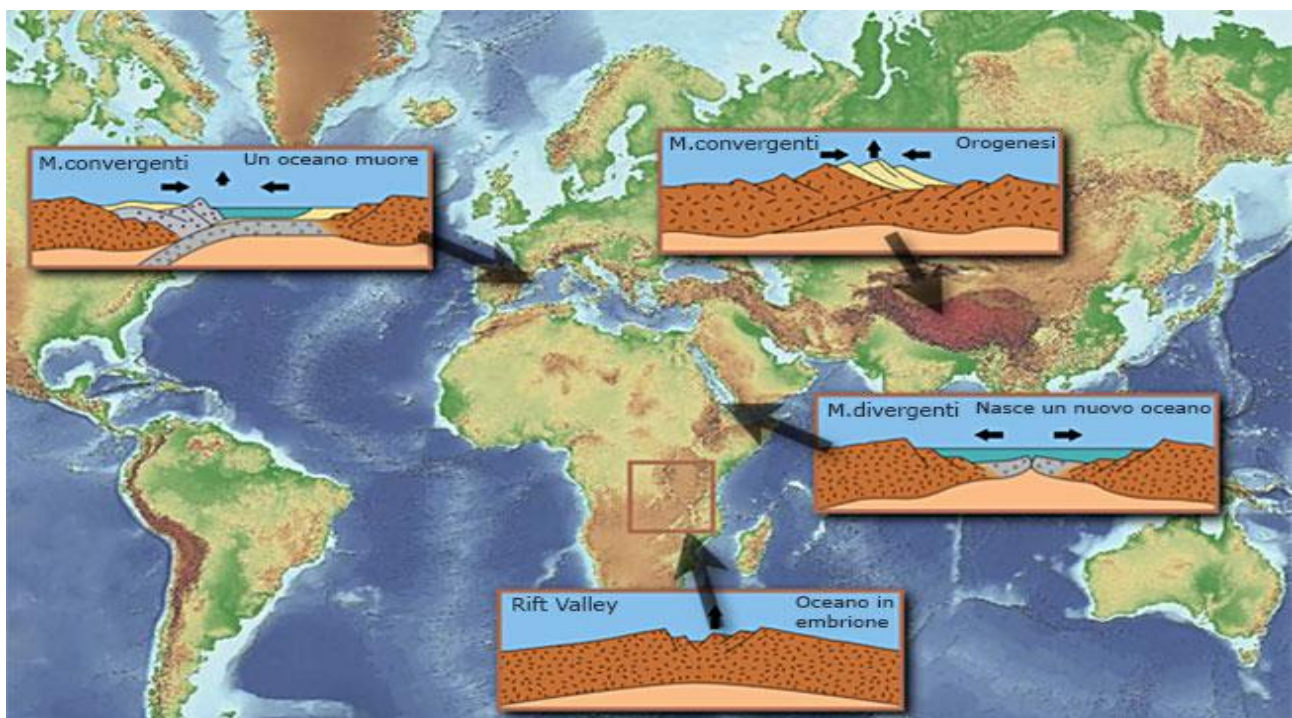
Nel caso dello scontro tra due zolle continentali, nessuna delle due affonda nel mantello, essendo ambedue con la stessa densità, ma subiscono delle compressioni enormi, dei piegamenti, dei sovrascorrimenti, e accavallandosi l'una sull'altra formano le catene montuose. Il fenomeno è indicato come **orogenesi**. Ha dato origine alle nostre Alpi e alla catena dell'Himalaya.

Infine, quando due placche si avvicinano e si strisciano l'una sull'altra, sono causa di terribili terremoti, poiché il movimento avviene a scatti. Un esempio ben noto è la faglia di San Andreas in California, dove la placca pacifica slitta sul fianco della placca nordamericana alla velocità di 5 cm/anno. A San Francisco e a Los Angeles aspettano il Big One, il grande terremoto di magnitudo superiore a 7, che prima o dopo dovrà capitare.

Insomma è tutto un gran putiferio, una grande confusione. Sulla crosta terrestre succede di tutto. Nessuno si immagina quanto la superficie della terra si agiti, si scrolli, si trasformi. Non sta proprio mai ferma. C'è ancora molto pane per i denti affamati degli studiosi.

Ma non preoccupatevi. L'estrema lentezza del procedere dei fenomeni tettonici ci assicura che non avremo il piacere di viverli e di osservarli. Alpi ed Himalaya continueranno a sollevarsi, gli oceani continueranno ad allargarsi, la Rift Valley continuerà ad approfondirsi e prima o dopo ci entrerà il mare. Ma noi non ce ne accorgeremo. Il nostro metro di misura è infinitamente più piccolo di quello di Madre Natura.

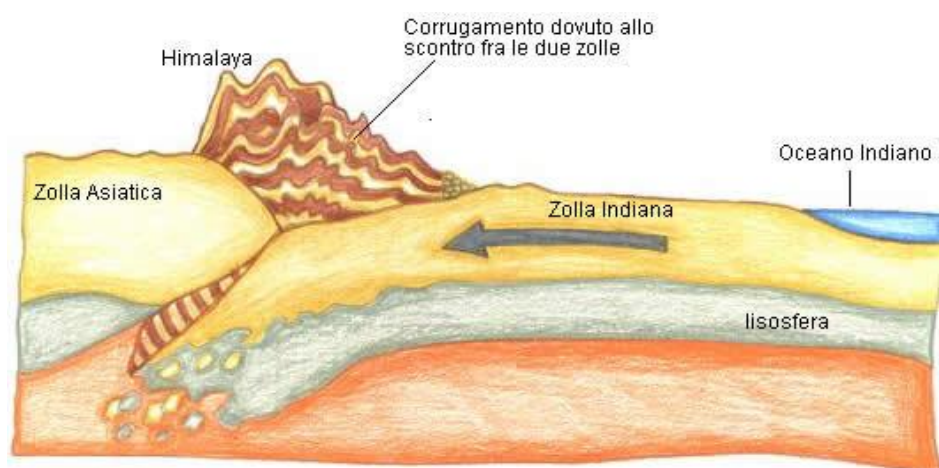
Tuttavia..., tuttavia dovremo purtroppo ancora sorbirci i cosiddetti effetti collaterali, devastanti, terribili, imprevedibili, disastrosi: i terremoti e le eruzioni vulcaniche, provocati dai movimenti delle placche tettoniche.



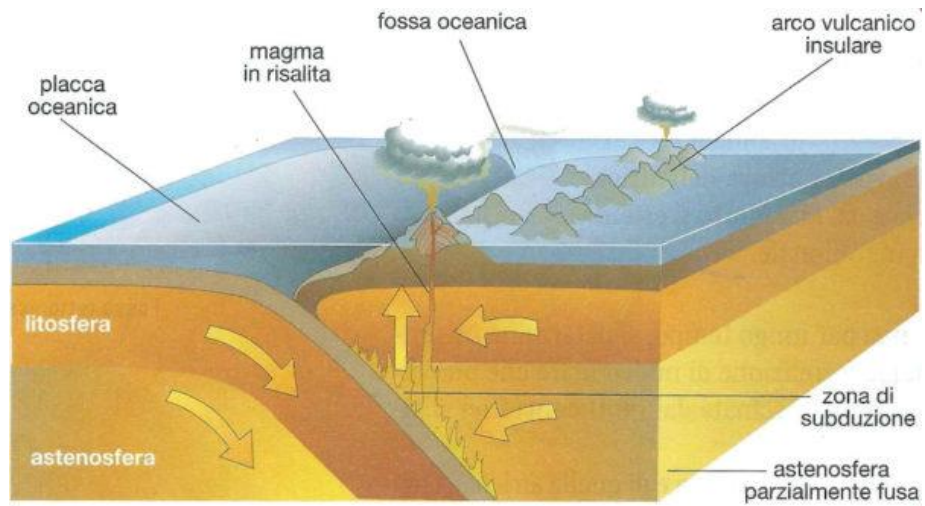
Esempi di movimenti delle zolle tettoniche



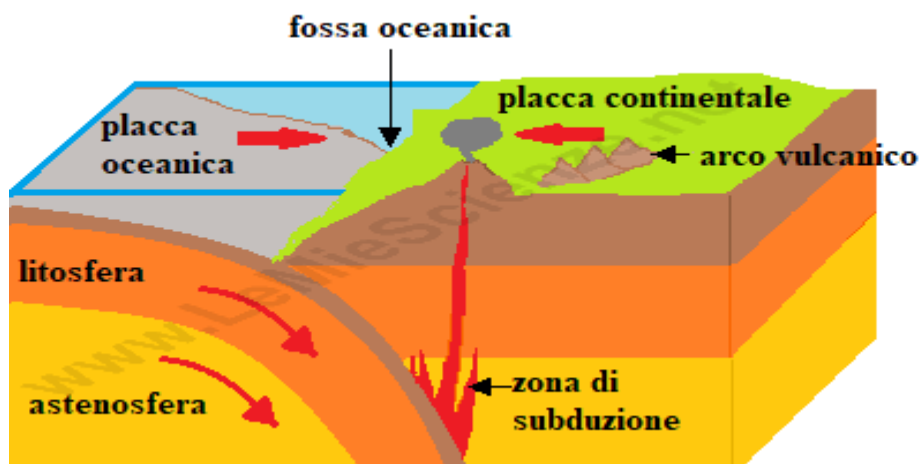
Rift Valley



Scontro tra due placche continentali



Scontro tra due placche oceaniche



Scontro tra una placca oceanica e una continentale



Faglia di S. Andreas in California



Panoramica della catena montuosa dell'Himalaya , formatasi per la collisione tra la placca tettonica indiana e quella euroasiatica, iniziata circa 50 milioni di anni fa e tuttora attiva.

