

“GEOLOGIRO”

CENNI DI GEOLOGIA DELL’ITALIA LUNGO IL PERCORSO DEL GIRO 2014

(anche per i non geologi)

TETIDE

Alla fine dell’Era Paleozoica, circa 250 milioni di anni fa, le terre emerse erano riunite in un unico megacontinente noto come Pangea, circondato da un megaoceano noto come Pantalassa, che verso ovest presentava un’ampia insenatura di mare poco profondo (Paleotetide).

Al passaggio con l’era successiva – Era Mesozoica – la Pangea inizia a perdere la propria uniformità fino poi a dividersi e a separarsi in placche (e microplacche) tettoniche. In particolare, la placca euroasiatica tende a dividersi rispetto alle placche africana e indiana e vasti settori continentali tendono a sprofondare e a essere ricoperti da acque sempre più profonde. Si viene così a formare, circa 180 milioni di anni fa, un oceano noto come Tetide che, con direzione circa est-ovest, separava un megacontinente a nord (Laurasia) da un megacontinente a sud (Gondwana). Per avere un termine di confronto con una situazione simile, possiamo paragonare la Tetide all’attuale Oceano Atlantico che, con direzione però nord-sud, divide le placche nord e sud americana dalle placche europea e africana.

La gran parte del territorio italiano è costituito da rocce che hanno avuto origine proprio sul fondo della Tetide, nel tratto che separava l’Europa dall’Africa. Il fondo di questo oceano era molto articolato e la profondità dell’acqua molto variabile: da profondità di migliaia di metri si passava a poche decine o anche pochi metri. Anche il clima era molto diverso dall’attuale, paragonabile a quello che caratterizza oggi le fasce tropicali.

Nelle aree più interne, lontane dai continenti, i fondali erano costituiti da rocce vulcaniche – basalti – provenienti dall’interno della Terra (negli oceani attuali essi costituiscono dorsali sottomarine note come “dorsali oceaniche”; la dorsale atlantica arriva fino in superficie, a formare, ad esempio, l’Islanda). Oltre ai basalti sui fondali della Tetide si deponevano, con vari meccanismi e a seconda della profondità dell’acqua, sedimenti sia fini che grossolani e di varia composizione, che successivamente “litificandosi” (dal greco *lithos*, pietra), daranno origine a vari tipi di rocce - diaspri, argille, marne, arenarie, calcari, dolomie, ecc. – spesso anche inglobanti come fossili i gusci degli animali marini che popolavano i fondali e le acque (es., ammoniti, rudiste, ecc.). Alcune rocce sono costituite esclusivamente da gusci o da strutture organiche, come ad esempio le scogliere coralline. Queste rocce, dette sedimentarie, tendevano a ricoprire sia i basalti, sia le rocce che costituivano le antiche aree continentali poi sprofondate: graniti (rocce intrusive); gneiss, scisti, (rocce metamorfiche); altre rocce sedimentarie ma di tipo continentale, deposte cioè su terre emerse (es. conglomerati e arenarie fluviali).

La situazione cominciò a cambiare radicalmente verso la fine dell’Era Mesozoica (ad iniziare da circa 130 milioni di anni fa): i movimenti che fino a quel momento avevano allontanato le placche tettoniche tendono adesso ad invertire la loro direzione e a farle convergere. La placca africana e la placca indiana si muovono verso nord, diminuendo sempre più l’estensione della Tetide (l’attuale Mar Mediterraneo rappresenta gran parte di ciò che resta oggi dell’Oceano tetideo).

Che cosa accadde alle rocce che costituivano i fondali marini della Tetide?

Le rocce più pesanti – soprattutto i basalti – vengono quasi totalmente spinte all'interno della Terra, attraverso fenomeni che i geologi chiamano di “subduzione” (quel che resta in superficie va a costituire gli ammassi rocciosi che i geologi chiamano “ofioliti”); le rocce più “leggere” – le rocce sedimentarie e in buona parte i graniti e le rocce metamorfiche - tendono a non sprofondare e a rimanere in superficie. Queste ultime rocce vengono però sottoposte agli sforzi prodotti dalla convergenza delle placche africana e indiana contro la placca euroasiatica, deformandosi, piegandosi, fratturandosi, accavallandosi tra loro. (Per rendere l'idea, immaginiamo uno strato di creta o di plastilina, messo tra due presse). Si formano così le catene montuose che, sollevandosi progressivamente, emergono infine dal mare. E' in questo modo che si sono formate le Alpi, gli Appennini, le Dinaridi, la Catena Anatolica, i Monti Zagros in Iran, la Catena dell'Himalaya.

Nel caso della Penisola Italiana e in particolare degli Appennini, un ruolo fondamentale lo giocano anche l'apertura del bacino delle Baleari, che porta al distacco della Sardegna e della Corsica (Blocco sardo-corso) dal continente europeo, e l'apertura del Mar Tirreno, che comporta un fenomeno di rotazione degli Appennini e una progressiva migrazione verso sud-est della Calabria, in un complesso mosaico di movimenti di placche e microplacche, campi di sforzi contrastanti, sollevamenti e sprofondamenti, rotazioni orarie e antiorarie che costituisce per la comunità scientifica un vero e proprio rompicapo, per la risoluzione del quale esistono tuttora modelli e ipotesi differenti e a volte divergenti.

Appena emerse dal mare, le catene montuose cominciano subito ad essere attaccate dagli agenti “esogeni” (corsi d'acqua, vento, ghiacciai, carsismo) che tendono ad erodere le rocce opponendosi, in un certo senso, all'azione degli agenti “endogeni”, legati alle dinamiche interne alla Terra che le stesse catene hanno generato.

Questa interazione tra gli agenti endogeni, alle cui dinamiche sono tra l'altro connessi la formazione dei vulcani e i terremoti, e gli agenti esogeni, porta alla conformazione del territorio che, in particolare quello italiano, vede un continuo susseguirsi di rilievi montuosi, colline, pianure alluvionali, vulcani spenti e attivi, valli glaciali e fluviali, conche intermontane, laghi di origine glaciale e vulcanica.

Se la conformazione del territorio italiano costituisce il fondamento dal punto di vista naturalistico e paesaggistico del Bel Paese, è anche vero che esso sottende un'estrema fragilità dal punto di vista “geologico”. Dall'azione degli agenti endogeni deriva l'attività dei vulcani - Etna, Vesuvio, Flegrei, Stromboli, Vulcano, ma anche i meno noti vulcani sottomarini del Mar Tirreno e del Canale di Sicilia - e lo sprigionarsi improvviso delle tensioni accumulate nella crosta terrestre che genera i terremoti, ponendo l'Italia tra i paesi a maggior pericolosità sismica. L'azione degli agenti esogeni, d'altra parte, in particolare l'erosione operata dai corsi d'acqua, unitamente alla natura dei terreni e alle condizioni climatiche che concentrano grandi quantità di pioggia nel periodo autunnale, genera frane e alluvioni.

ALPI

La costruzione delle Alpi, la più alta catena montuosa d'Europa, è frutto di una storia geologica molto complessa, cominciata circa 130 milioni di anni fa con l'inizio delle fasi di chiusura della Tetide, con acme ad iniziare da circa 50 milioni di anni fa, e tuttora in atto.

Nella fase pre-orogenesi, le rocce che costruiranno l'edificio alpino occupavano sia un settore del margine meridionale della placca tettonica europea sia un settore del margine settentrionale della placca tettonica africana (un modello ipotizza la presenza di una microplacca, denominata Adria, in realtà separata dalla placca africana), divise da un braccio occidentale dell'Oceano tetideo (Oceano ligure-piemontese).

I movimenti di convergenza della placca africana (o della microplacca Adria) verso nord portarono alla progressiva chiusura dell'Oceano ligure-piemontese, fino alla collisione delle due placche continentali. Importanti fenomeni di raccorciamento portarono alla sovrapposizione di imponenti masse rocciose, originariamente occupanti specifiche posizioni paleogeografiche, traslate anche per diverse centinaia di km, a costituire "falde di ricoprimento" con una generale vergenza (senso generale di traslazione) verso nord. Al loro interno le diverse falde sono interessate da ulteriori fenomeni di raccorciamento, ma mantengono una certa uniformità a scala regionale che permette di suddividere le Alpi in vari "domini paleogeografico-strutturali".

Procedendo da nord verso sud abbiamo: il Dominio Elvetico, sul quale si sovrappone il Dominio Pennidico, a sua volta sottostante al Dominio Austroalpino. I primi due, che costituiscono buona parte del settore alpino centro-occidentale, sono costituiti da rocce originariamente appartenenti alla placca europea, mentre il Dominio Australpino, che costituisce l'ossatura delle Alpi centro-orientali, è costituito interamente da rocce "africane".

Un quarto dominio paleogeografico-strutturale è il "Dominio Sudalpino" (Alpi meridionali), formato anch'esso, come l'Australpino, da rocce derivanti dalla deformazione della placca africana, ma caratterizzato da una generale vergenza verso sud (verso la Pianura Padana). Proprio questa conformazione strutturale individua le Alpi come una catena a "doppia vergenza". Appartengono al Sudalpino le Dolomiti.

Un'importante linea tettonica, nota come "Linea Insubrica", divide grosso modo in due le Alpi, separando il Sudalpino a sud dal Pennidico e dall'Australpino a nord. Caratterizzata da una storia geologica molto complessa e non ancora del tutto chiarita, la Linea Insubrica inizia nel Canavese, in Piemonte, attraversa la Lombardia passando per la Valtellina, prosegue nella zona del Tonale fino ad arrivare alla Val Pusteria, con un decorso di circa 1.000 km.

Le rocce che compongono le Alpi sono le più varie e con età anche molto antiche (fino a 500 milioni di anni). Mentre l'ossatura dei domini a vergenza europea (soprattutto il Pennidico e l'Australpino) è data da rocce metamorfiche di vario grado (da migmatiti e gneiss a micascisti e filladi), anche formate durante l'Orogenesi ercinica e poi riprese eventualmente dall'Orogenesi alpina, le rocce del Sudalpino sono essenzialmente sedimentarie, con prevalenza di rocce carbonatiche (calcari e dolomie). Rocce intrusive (graniti, granodioriti, tonaliti) costituiscono il Massiccio dell'Adamello e la Val Masino-Bregaglia (nel versante settentrionale della Valtellina), mentre rocce vulcaniche (rioliti, riodaciti) caratterizzano la zona compresa tra Bolzano e Trento ("Complesso vulcanico atesino") e, nel Veneto, i Colli Euganei (rioliti) e i rilievi del Vicentino (basalti).

Imponenti, nella catena alpina, gli effetti delle fenomenologie glaciali. Durante l'ultima grande espansione glaciale, all'incirca tra 20.000 e 15.000 anni fa, tutte le Alpi erano ricoperte da una spessa coltre di ghiaccio che raggiungeva i 2 km di spessore nelle maggiori valli alpine. Le lingue glaciali arrivavano alla Pianura Padana, all'altezza degli attuali laghi Maggiore, Como, Iseo e Garda. Praticamente solo le cime più elevate emergevano dal ghiaccio. Le fenomenologie glaciali hanno così modellato profondamente il territorio alpino. Il progressivo ritiro dei ghiacciai a cominciare da 15.000 anni fa (inizio della fase interglaciale), anche se con fasi di temporanee espansioni, ha lasciato circhi e imponenti valli glaciali nonché morene costituite da spessi depositi

glaciali (*till*), che segnano proprio le varie fasi di espansione e ritiro. Dopo un'ultima fase di espansione, all'incirca tra il XVI secolo e la prima metà del XIX secolo (nota come "piccola età glaciale"), tutti i ghiacciai alpini sono in fase di ritiro, con un'accelerazione negli ultimi decenni.

Oltre ai depositi glaciali sulle Alpi sono molto diffusi anche i depositi continentali legati all'azione delle acque di dilavamento (coltri eluvio-colluviali), dei corsi d'acqua (alluvioni e conoidi alluvionali), della gravità (depositi di versante, depositi di frana).

Il rischio idrogeologico è molto diffuso nelle Alpi, anche per la forte energia del rilievo (dislivello tra cime e fondovalli) che accentua l'azione esercitata dalla gravità. La natura dei terreni, spesso con caratteristiche geomeccaniche scadenti anche per la forte fratturazione determinata dalla tettonica, l'azione dei corsi d'acqua, il crioclastismo, particolarmente intenso date le alte quote che favoriscono le basse temperature e quindi la degradazione delle rocce operata dal gelo, rendono diffusi i fenomeni franosi, anche con effetti imponenti. Ricordiamo a tale proposito la frana del Monte Toc (attivata comunque dall'intervento antropico) e la conseguente tragedia del Vajont, e la frana della Val Pola, che nel 1987 provocò lo sbarramento del fiume Adda in Valtellina.

Va sottolineata infine l'alta pericolosità sismica nelle Alpi orientali (terremoto del Friuli del 1976).

Alpi centro-occidentali

Relativamente al territorio italiano, questo settore alpino appartiene geologicamente quasi completamente al Dominio Pennidico e, secondariamente, ai Domini Elvetico e Australpino.

Al Dominio Elvetico appartengono le Alpi Marittime occidentali, in particolare il Massiccio dell'Argentera, costituito prevalentemente da rocce metamorfiche di alto grado (gneiss). Non mancano le rocce sedimentarie, prevalentemente calcari e dolomie di mare poco profondo. Al Dominio Elvetico appartiene anche il Massiccio del Monte Bianco, costituito da rocce metamorfiche di vario grado (gneiss, micascisti) e da rocce ignee intrusive (graniti).

Il Dominio Pennidico si sovrappone al Dominio Elvetico. Al suo interno presenta ulteriori domini minori, in vario modo accavallati tra loro anch'essi con vergenza europea: il Pennidico esterno, costituente il margine meridionale della placca continentale europea, e il Pennidico interno, parte dell'Oceano ligure-piemontese. Quest'ultimo non aveva un'estensione arealmente continua per la presenza di un "rialzo" di costa continentale europea, il Dominio Brianzonese, separato dal Pennidico esterno da un braccio oceanico secondario, il Dominio Vallese.

Appartengono al Dominio Pennidico il Massiccio del Gran Paradiso, il Massiccio del Monte Rosa e le Alpi Lepontine, costituiti da rocce metamorfiche di medio e alto grado (prevalentemente micascisti, gneiss, migmatiti). Sono diffuse nel Dominio Pennidico anche altre rocce metamorfiche (calcescisti, ad es., Val di Susa, Moncenisio) e ofioliti variamente metamorfosate (Valle d'Aosta, Monviso e Monte Servin in Piemonte, rilievi liguri tra Genova e Savona), che rappresentano ciò che resta dell'originaria "crosta oceanica" dei Domini Pennidico interno e Vallese. Rocce sedimentarie costituite da alternanze arenarie-argille-calcari e da depositi continentali variamente metamorfosati caratterizzano infine il versante ligure delle Alpi Marittime.

Al Dominio Australpino appartiene il Massiccio del Monte Cervino, sovrapposto ma completamente circondato dalla falda pennidica sottostante, nell'assetto strutturale noto in geologia come "*klippe*" (termine tedesco). Australpina è anche una fascia di rilievi che, partendo dal Canavese (Piemonte), arriva interrotta dalla Linea Insubrica, all'altezza del Monte Rosa.

Alpi centro-orientali

Questa parte della catena alpina comprende sostanzialmente, per quanto riguarda il territorio italiano, il Dominio Australpino. Questa imponente falda derivante dal margine della placca continentale africana (o micropacca Adria) ricopre la falda del Dominio Pennidico (europea). In due aree delle Alpi (Engadina, in Svizzera; Alti Tauri, in Austria ma con una parte, ad est del Brennero anche in territorio italiano) la falda pennidica è completamente sormontata e circondata dalla falda australpina, a costituire un particolare assetto geologico chiamato in geologia "finestra tettonica".

In territorio italiano il Dominio Australpino è costituito dalle montagne poste a settentrione della Linea Insubrica, ad iniziare dalle Alpi Retiche, dove costituisce il versante settentrionale della Valtellina (a partire all'incirca da Sondrio), per continuare in Val Venosta e fino al versante settentrionale della Val Pusteria.

Le rocce metamorfiche, di grado da basso ad alto (filladi, micascisti, gneiss, migmatiti) sono assolutamente prevalenti. Nel Massiccio dell'Ortles affiorano rocce sedimentarie (dolomie, calcari, calcari marnosi, marne) ma anche rocce intrusive (prevalentemente graniti). Rocce intrusive (graniti, granodioriti, dioriti, tonaliti) aventi un'età compresa tra 20 e 35 milioni di anni occupano anche la Val Masino-Bregaglia (nel versante settentrionale della Valtellina).

Alpi meridionali

Geologicamente le Alpi meridionali costituiscono gli estesi rilievi alpini posti a sud della Linea Insubrica (Sudalpino). A differenza degli altri Domini Elvetico, Pennidico e Australpino, con l'ultimo dei quali condivide l'originaria appartenenza alla placca africana, il Sudalpino non è caratterizzato da grandi falde di ricoprimento ma da una serie di pieghe e sovrascorrimenti con generale vergenza verso sud (verso la Pianura Padana).

Appartengono al Sudalpino le Prealpi Lombarde, le Alpi Orobiche (versante meridionale della Valtellina), le Alpi Giudicarie, il Gruppo del Brenta, le Dolomiti, le Alpi e Prealpi Carniche e Giulie.

Il Sudalpino è costituito quasi interamente da rocce sedimentarie, in particolare carbonatiche, quali dolomie (da cui il nome "Dolomiti"), calcari, calcari marnosi, oltre a marne, argilliti, arenarie, alternanze arenarie-peliti, di età prevalentemente mesozoica e cenozoica (250-50 milioni di anni). In varie zone (Prealpi Lombarde, Dolomiti, Val Gardena) sono diffuse anche rocce di origine continentale (arenarie, conglomerati, peliti) del Permiano superiore (260-250 milioni di anni). La distribuzione e varietà delle rocce testimoniano un'evoluzione spazio-temporale di ambienti che, nel corso del Mesozoico, passavano da mare basso (piattaforme carbonatiche di tipo "bahamiano" – in quanto un equivalente attuale è rappresentato dalle Bahamas -, anche con scogliere coralline, barre oolitiche, ecc.) a bacini con mare più o meno profondo. Nelle Dolomiti in particolare, si sono magnificamente conservati i rapporti geometrici tra i vari corpi sedimentari mesozoici. Nelle Alpi Carniche ampia diffusione hanno anche rocce di origine marina (calcari, dolomie, conglomerati, arenarie, peliti) e continentali di età paleozoica, pre-Orogenesi ercinica (450-350 milioni di anni).

Un'ampia fascia di rocce metamorfiche di vario grado (filladi, micascisti, gneiss, migmatiti) corre parallela alla Linea Insubrica, lungo il versante meridionale della Valtellina.

Rocce vulcaniche riolitiche e riodacitiche permiane (260-250 milioni di anni) del Complesso vulcanico atesino e rocce vulcaniche di composizione basaltica medio-triassiche (circa 230 milioni di anni) caratterizzano un ampio settore alpino compreso tra Trento a sud e Bolzano e il Massiccio della Marmolada a nord. Vulcaniti più giovani a composizione basaltica (circa 40-60 milioni di anni) costituiscono i rilievi del Vicentino, mentre vulcaniti prevalentemente riolitiche (circa 30 milioni di anni) costituiscono i Colli Euganei.

Infine, rocce ignee intrusive (granodioriti, tonaliti) messe in posto tra 30 e 40 milioni di anni fa costituiscono il Massiccio dell'Adamello.

Nelle rocce calcaree delle Alpi e Prealpi Carniche e Giulie sono molto sviluppati i fenomeni carsici (il carsismo prende il nome proprio dalla Regione del Carso), che si manifestano in superficie con ampie doline e in profondità con cavità ipogee che, nelle zone al confine con la Slovenia, arrivano a superare i mille metri di profondità. I prodotti più affascinanti del carsismo sono le grotte (le più famose sono quelle di Postumia, in territorio sloveno), che stalattiti, stalagmiti e altre concrezioni di vario tipo rendono tra i più spettacolari fenomeni naturali. Nel sottosuolo scorrono anche dei veri e propri fiumi sotterranei; il più famoso è il fiume Timavo, che si inabissa nelle grotte di San Canziano (in Slovenia) e ricompare dopo 40 km in territorio italiano.

APPENNINI

Dal punto di vista geografico, gli Appennini iniziano dai rilievi montuosi liguri, che si saldano ad ovest con le Alpi Marittime, per poi attraversare, costituendone l'ossatura, l'intera Penisola Italiana fino a comprendere tutti i rilievi della Calabria, con le cime più elevate in Abruzzo (2.914 m - Gran Sasso d'Italia). Hanno una generale direzione NO-SE (non a caso detta dai geologi italiani "direzione appenninica").

Dal punto di vista geologico, come le Alpi anche gli Appennini derivano dai fenomeni di compressione, impilamento e sollevamento delle rocce che costituivano i fondali della Tetide, conseguenza dei movimenti di convergenza della placca africana verso la placca europea. La sequenza ricostruita degli accavallamenti dei vari settori crostali vede una generale progressione dall'attuale Mar Tirreno verso l'attuale Mare Adriatico, con una generale vergenza verso NE ("vergenza adriatica"). Nella genesi degli Appennini un ruolo di fondamentale importanza è assunta dall'apertura del Mar Tirreno, iniziata intorno ai 10 milioni di anni fa, che provoca la progressiva rotazione antioraria della catena appenninica e lo spostamento verso sud-est del settore calabro. Se "stirassimo" gli Appennini, riportando le rocce nella loro posizione originale pre-orogenesi, scopriremmo che queste masse rocciose originariamente potevano ricoprire una posizione distante anche centinaia di chilometri dall'attuale, a testimoniare, come nelle Alpi, raccorciamenti crostali di notevole entità, soprattutto per i settori originariamente più interni.

Nella originaria fase pre-convergenza della Tetide, le rocce che andranno a costruire i futuri Appennini costituivano i fondali oceanici che dividevano le due placche tettoniche (l'"Oceano ligure-piemontese" già citato per le Alpi) oppure occupavano aree appartenenti alla placca tettonica africana (o microplacca Adria, separata dalla placca africana). Fa eccezione l'Arco calabro, "incuneato" nell'Appennino ma originariamente appartenente, a seconda delle teorie, alla placca europea o a un'altra microplacca.

La tipologia delle rocce, quasi interamente sedimentarie, che costituiscono gli Appennini è varia. Nell'Appennino ligure, emiliano, toscano e umbro prevalgono le rocce "terrigene": arenarie, marne e argille, frequentemente in alternanza tra loro (a costituire i cosiddetti "flysch"). Nell'Appennino marchigiano, laziale-abruzzese e campano ampiamente diffuse sono le rocce carbonatiche (calcari e dolomie). Rocce terrigene tornano a prevalere nell'Appennino molisano e in quello lucano. Poco resta delle rocce che costituivano i fondali oceanici: a parte l'Appennino ligure, dove tali rocce (ofioliti più o meno metamorfosate) sono relativamente diffuse, se ne trovano lembi nell'Appennino tosco-emiliano e in Calabria. Una storia a sé sono le Alpi Apuane, costituite da una successione di terreni metamorfosati (calcari metamorfosati sono i famosi marmi delle Apuane). Rocce generalmente di basso grado metamorfico sono presenti, in piccoli lembi, anche in altre zone della Toscana e del Lazio settentrionale. L'ossatura dell'Arco calabro (Sila e Aspromonte), infine, è costituita da graniti e rocce metamorfiche.

La catena appenninica è limitata verso nord dalla Pianura Padana, i cui depositi più superficiali (di tipo continentale) sono dati dalle alluvioni del Po e dei suoi affluenti e, verso i rilievi appenninici, da estesi conoidi di materiale proveniente dalla catena stessa; i depositi continentali coprono spessi depositi marini presenti in profondità, a costituire una successione di terreni con spessori di varie migliaia di metri. Verso l'Adriatico, invece, al fronte della catena sono diffuse rocce di origine marina (calcari, marne, argille, sabbie, conglomerati) che costituiscono le cosiddette "avanfossa adriatica" (dalla Romagna al Molise) e "avanfossa bradanica" (Puglia e Basilicata). Quest'ultima è limitata ancora più ad est dall'altopiano delle Murge che, insieme al Salento, costituiscono l'avampaese (la zona non raggiunta dalle deformazioni compressive) della catena appenninica. Da sottolineare che gli sforzi compressivi che hanno dato origine alla catena appenninica sono tuttora attivi al fronte della catena, come testimoniato dal recente terremoto dell'Emilia.

Per quanto riguarda il margine tirrenico, vi predomina una tettonica di tipo distensivo, connessa allo “stiramento” della crosta operata dall’azione di apertura in atto nel Mar Tirreno. Tettonica distensiva, peraltro attiva, è anche all’origine delle cosiddette “conche intermontane” (es., Fucino, L’Aquila, Sulmona) e dei bacini toscani. Da questa complessa geodinamica deriva anche l’attività vulcanica, sia passata che attuale, del margine tirrenico: Monte Amiata, complessi vulcanici laziali, Roccamonfina, Campi Flegrei, Vesuvio, Monte Vulture (dinamiche ancora più complesse determinano l’attività vulcanica delle Isole Eolie e dell’Etna).

E’ importante sottolineare come il complesso campo di sforzi sopra descritto renda tutta la catena appenninica e le aree circostanti ad alta pericolosità sismica, mentre la diffusione di rocce con alta predisposizione al dissesto (soprattutto rocce terrigene, in particolare quelle argillose), rende molto frequente l’attivarsi di fenomeni franosi. Soprattutto nell’Appennino ligure-toscano sono inoltre frequenti i fenomeni alluvionali.

Appennino settentrionale

Dal punto di vista geologico, l’Appennino settentrionale comprende l’Appennino ligure, l’Appennino tosco-emiliano, l’Appennino umbro-marchigiano e, più a sud, i Monti Reatini e i Monti Sabini. Le dorsali che costituiscono l’Appennino settentrionale hanno la generale direzione NO-SE che caratterizza l’intero Appennino e solo nel settore meridionale acquistano una direzione circa nord-sud, operando una sorta di “torsione” oraria lungo un’importante linea tettonica nota come “Linea Antrodoco-Olevano”.

Nell’ambito della Tetide pre-orogenesi, le rocce che parteciperanno alla costruzione del futuro Appennino settentrionale occupavano porzioni della placca tettonica africana (o microplacca Adria) poste a differente distanza dalla zona oceanica, formata prevalentemente da basalti (“crosta oceanica”). In un’immaginaria ricostruzione della posizione dei vari settori che costituiscono la catena appenninica settentrionale, avremmo, in linea di massima: più interno il settore ligure, in parte costituito anche da crosta oceanica (le cosiddette “liguridi interne”); in una posizione intermedia si posiziona il settore tosco-emiliano; più esterno il settore umbro-marchigiano-sabino.

Le entità dei raccorciamenti crostali sono notevoli – centinaia di km – almeno per i settori più interni (“falde di ricoprimento”), arrivando a sopravanzare, come in Val Marecchia, i settori originariamente più esterni.

Gli Appennini ligure e tosco-emiliano sono costituiti prevalentemente da rocce terrigene (arenarie, marne, argille, spesso in alternanza tra loro e con calcari) e subordinatamente calcari, calcari selciferi, diaspri. Le rocce più antiche sono conglomerati e arenarie, evaporati (anidridi) e dolomie del Triassico (parte inferiore del Mesozoico – circa 250-200 milioni di anni), deposte in ambiente continentale e di mare poco profondo nelle fasi iniziali di apertura della Tetide. Queste rocce, poco esposte, costituiscono la base su cui si depositeranno poi le successioni di rocce di mare più o meno profondo che caratterizzano questa parte degli Appennini. In Toscana sono diffusi anche depositi continentali, prevalentemente lacustri e fluviali, deposti nei bacini formati a seguito della tettonica distensiva del margine tirrenico, a cominciare da circa 5-6 milioni di anni fa. La stessa tettonica è all’origine dell’attività vulcanica iniziata nel Monte Amiata circa 2 milioni di anni fa e continuata poi nelle aree laziali (Monti Vulsini, Cimini, Sabatini e Colli Albani).

Appennino centrale

L’Appennino centrale comprende i rilievi del Lazio e dell’Abruzzo (dai Monti Lepini-Ausoni-Aurunci sul lato tirrenico, al Gran Sasso-Maiella sul lato adriatico), costituiti da potenti successioni di rocce carbonatiche. Su una base di dolomie del Triassico superiore (circa 220-200 milioni di anni), deposte in un mare poco profondo nelle fasi iniziali di apertura della Tetide, si sedimentano più di 2.000 m di calcari, calcari dolomitici e dolomie. L’ambiente di sedimentazione è quello tipico di un’estesa area a sedimentazione carbonatica, ricoperta da un mare poco profondo e

circondata da bracci di mare più o meno estesi e più o meno profondi (“piattaforma carbonatica” laziale-abruzzese). Un equivalente attuale è dato dalle Bahamas; non a caso, parlando di queste antiche piattaforme carbonatiche, si dice di tipo “bahamiano”. I margini della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese corrispondono agli attuali Gran Sasso, a parte della Marsica e al Circeo.

In Appennino centrale non mancano le rocce terrigene (soprattutto alternanze di arenarie e argille), confinate entro depressioni strette e allungate (es., Valle del Salto, Valle Roveto), sulle quali tendono ad accavallarsi le prospicienti strutture carbonatiche. Anche l’Appennino centrale è quindi caratterizzato da notevoli raccorciamenti, anche se non si può parlare di vere e proprie “falde di ricoprimento” come nel caso dei settori interni dell’Appennino settentrionale. Importanti elementi distensivi bordano solitamente le strutture carbonatiche dai lati sud-occidentali.

Verso est l’Appennino centrale è delimitato, geologicamente, da un allineamento tettonico noto come “Linea Ortona-Roccamonfina”, che segna il passaggio all’Appennino meridionale.

Appennino meridionale

La struttura dell’Italia meridionale può essere semplificata riconoscendovi tre componenti fondamentali: l’Appennino meridionale, la Fossa Bradanica e le Murge.

L’Appennino meridionale rappresenta, al pari degli altri settori centrale e settentrionale, la catena derivante dalla deformazione, dall’impilamento e dal sollevamento dei depositi prevalentemente sedimentari marini (dolomie, calcari, marne, argille, arenarie) depositi su una porzione del fondo della Tetide. La Fossa Bradanica è il bacino formatosi al fronte della catena appenninica e riempito dai sedimenti (conglomerati, sabbie, argille) derivanti dall’erosione della catena stessa. Le Murge infine, costituite prevalentemente da calcari, rappresentano, insieme al Salento, un settore non ancora raggiunto dalle spinte tettoniche – avampaese - e per questo geologicamente stabile.

L’Appennino calabrese è molto diverso dal resto della catena, essendo caratterizzato da rilievi la cui ossatura è costituita da rocce “cristalline” (rocce magmatiche intrusive e rocce metamorfiche). Questo segmento dell’Appennino viene attualmente interpretato come un frammento della catena che, attraverso la Sardegna e la Corsica (Blocco Sardo-Corso), si univa alle Alpi occidentali. L’apertura del Mar Tirreno avrebbe poi determinato il “distacco” dell’Arco Calabro, che si sarebbe accavallato sull’Appennino, costituendo, insieme ai Monti Peloritani in Sicilia (Messina), l’Arco Calabro-Peloritano. Per altri studiosi, invece, l’Arco Calabro-Peloritano deriva dall’evoluzione di una microplacca a sé stante.

Nel corso degli ultimi milioni di anni (Pliocene e Pleistocene), è continuato il sollevamento dell’Arco Calabro, lo sprofondamento della Fossa Bradanica e l’abbassamento del margine occidentale delle Murge. Le oscillazioni del livello del mare hanno accompagnato i fenomeni tettonici, contribuendo alla formazione dei caratteristici sistemi di terrazzamenti marini: aree emerse costituite da depositi sedimentari (argille, limi, sabbie, ghiaie, arenarie, conglomerati) su cui si reimposta l’azione erosiva dei corsi d’acqua che scavano incisioni sui materiali che, per il diverso grado di resistenza, formano le tipiche gradinate. L’approfondimento della Fossa Bradanica ha creato un’area riempita per oltre 3000 m da sedimenti pliocenici e quaternari; è attraversata dai Fiumi Basento e Bradano, i cui depositi alluvionali hanno contribuito a formare la piana costiera di Metaponto.