ESCURSIONE GEOLOGICA SULLE ALPI APUANE

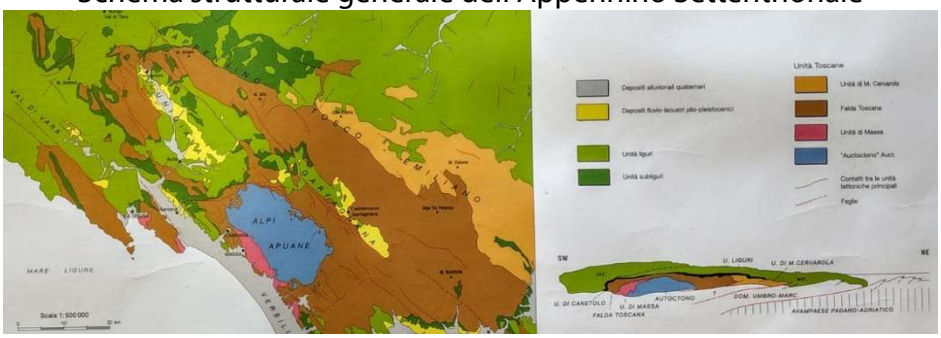
Giovedì 11 settembre 2025 dalle 8.30 alle 16.30

I TAPPA PANORAMICA REGIONALE

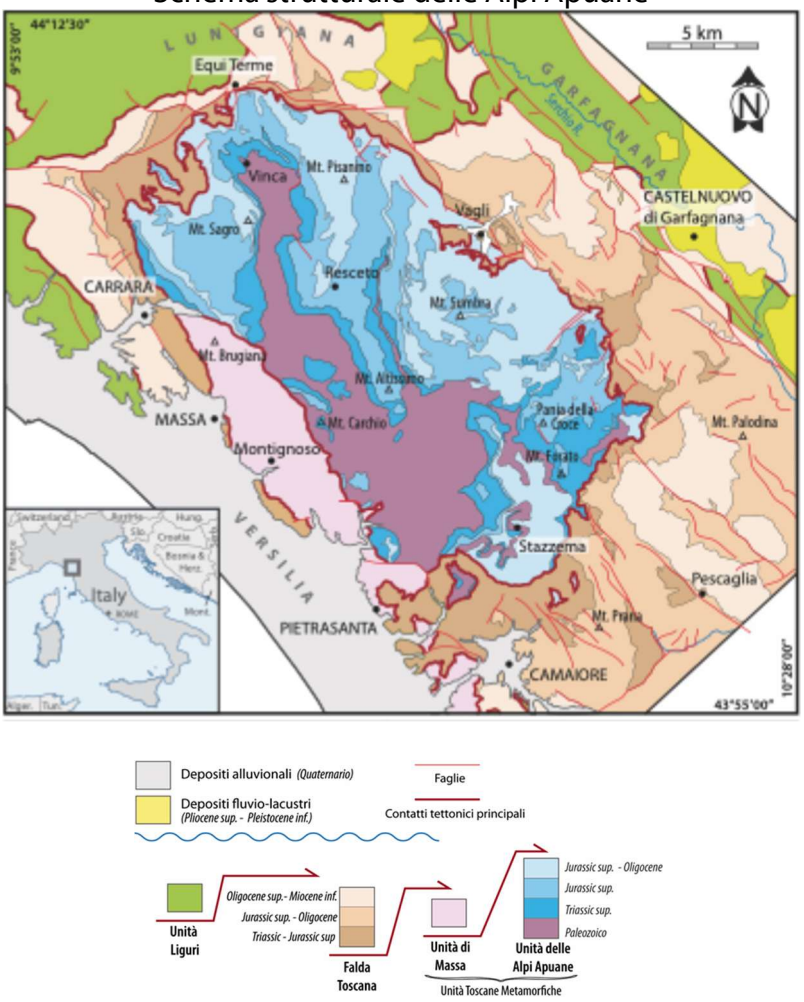
https://maps.app.goo.gl/DxQpgZ5Zd8dz4RjS6

Località **La Mossa** per un inquadramento regionale dell'area della Garfagnana e delle Alpi Apuane con il supporto delle carte.

Schema strutturale generale dell'Appennino Settentrionale



Schema strutturale delle Alpi Apuane



Le Alpi Apuane possono essere considerate le sorelle maggiori del Monte Pisano.
Alpi Apuane, Monte Pisano, Montagnola senese e Monti di Monticiano-Roccastrada formano la **Dorsale Medio Toscana**. Rilievi costieri che si estendono da nordovest e sudest paralleli alla costa e all'Appennino, caratterizzati dal conservare un **basamento paleozoico** e dall'avere **rocce metamorfiche**.

METAMORFISMO
Anche il metamorfismo delle Alpi Apuane è di tipo regionale medio-basso, della facies delle ***Scisti Verdi***, ma è stato più intenso rispetto a quello del Monte Pisano.
I **fossili** sono presenti, ma piuttosto rari, ne sono un esempio alcuni modelli di organismi marini nei marmi di Foce Pianza.
(geosito 247 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html)

BASAMENTO PALEOZOICO
Sul Monte Pisano il basamento paleozoico è rappresentato soltanto dalle rocce della formazione delle **Filladi e Quarziti di Buti**, interpretati come depositi di pianura costiera/palude risalenti a 500-450 milioni di anni fa a cui segue un gap deposizionale di oltre 100 milioni di anni a indicare emersione e successiva erosione.
Sulle Alpi Apuane, invece, la deposizione sembra essere continua da circa 500 milioni di anni fa a circa 350 milioni di anni fa (con molta incertezza sulle datazioni) ed è rappresentata da rocce che sono state raggruppate in 3 formazioni poste alla base dell'**Unità di Massa** e dell'**Unità Autoctono**.
Dalla più antica e geometricamente inferiore a quella più recente, queste formazioni sono:

1. FILLADI INFERIORI. Circa 500-450 milioni di anni fa(?). Nell'Unità Autoctono sono presenti anche lenti di metavulcaniti basiche.
2. PORFIROIDI E SCISTI PORFIRICI, METARENARIE QUARZOSE + abbondanti cristalli di quarzo vulcanico, testimoniando la presenza di vulcani attivi. Circa 450-443milioni di anni fa(?)
3. DOLOMIE SCISTOSE A *ORTHOCERAS** (depositi marini) Circa 443–420 milioni di anni fa?

Le Filladi inferiori corrispondono alla Formazione di Buti dei Monti Pisani.
Le rocce del basamento testimoniano la presenza di una antica catena orogenica (la catena Varisica-350-300 milion di anni fa) oggi preservata in Sardegna e in Calabria. Queste rocce sono state portate in profondità sotto la superficie terrestre (e quindi soggette a un metamorfismo) due volte: durante l'orogenesi varisica e durante l'orogenesi appenninica.
N.B.: il prefisso **meta-** indica che si tratta di rocce metamorfiche.
Orthoceras genere di molluschi cefalopodi nautiloidi con conchiglia conica.
https://it.wikipedia.org/wiki/Orthocerida
https://it.wikipedia.org/wiki/Orthoceras_regulare

Questo basamento termina con una superficie di erosione che indica un gap di sedimentazione di oltre 100 milioni di anni con la sedimentazione che riprende nel Triassico.
Invece, sul Monte Pisano la sedimentazione si interrompe molto prima, circa 450 milioni di anni fa e riprende prima, ancora nel Paleozoico, circa 315 milioni di anni fa con gli **Scisti di San Lorenzo,** che testimoniano una lussureggiante foresta equatoriale costiera, e poi con le **Brecce di Asciano** (285–260 milioni di anni fa), che rappresentano antiche frane ai piedi della catena varisica in smantellamento.

LE COPERTURE SEDIMENTARIE

La copertura sedimentaria dell'**Unità di Massa** è rappresentata soltanto da 4 formazioni triassiche che includono anche vari depositi continentali.

Anche le **Alpi Apuane** raccontano la storia, dalla nascita alla morte, dell'**Oceano Ligure-Piemontese** e lo fanno nelle rocce della **Falda Toscana** e dell'**Unità Autoctono** che ne rappresentano il margine continentale sud-orientale.

La copertura sedimentaria dell'**Unità Autoctono** inizia con la FORMAZIONE DI VINCA (analogo al Verrucano s.l. dei Monti Pisani) e poi prosegue dai GREZZONI allo PSEUDOMACIGNO che già abbiamo conosciuto per il Monte Pisano.

L'**Unità Autoctono** è costituita da rocce metamorfiche ed è simile alle due unità metamorfiche del Monte Pisano (Unità di Santa Maria del Giudice e Unità del Monte Serra). Sul versante costiero affiora anche l'**Unità di Massa**. Entrambe costituiscono la finestra tettonica delle Alpi Apuane (vedi oltre).

La **Falda Toscana** è costituita da una successione sedimentari del tutto simile a quelle che caratterizza la successione dell'Unità Autoctono. Sono rocce sedimentarie, che affiorano in maniera limitata e discontinua sul Monte Pisano. Nell'area delle Alpi Apuane è meglio rappresentata, anche con più formazioni affioranti, tra cui il bel **Rosso Ammonitico** (RA) assente sul Monte Pisano. L'affioramento più vasto di RA è sul Monte Matanna.

(geosito 253 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).

L'unità della **Falda Toscana** è considerata **alloctona**; il suo scollamento è avvenuto a livello di gessi triassiche che durante il movimento di sovrascorrimento sopra le unità metamorfiche (Unità di Massa e Unità Autoctono) si sono trasformate in una **breccia cataclastica** rappresentata dalla formazione del CALCARE CAVERNOSO che affiora tutto intorno alla finestra tettonica e separa le rocce metamorfiche da quelle non metamorfiche.

Sulle Alpi Apuane la copertura non termina con il MACIGNO, ma prosegue con depositi di mare basso costiero più recenti, del Miocene inferiore.

1. ARGILLITI DI FIUMALBO
2. ARENARIE DI MONTE MODINO

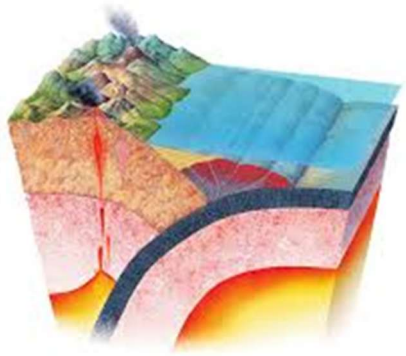
TAPPA II LE LIGURIDI S. L. A PONTECOSI

(https://maps.app.goo.gl/JgGZtk2kCuxbmryr8)

Lo sperone roccioso su cui sorge la chiesa parrocchiale di San Magno a Pontecosi è costituito da rocce scure appartenenti alle **Unità Liguri**.

Le **Unità Liguri** (Liguridi s. l.) narrano il processo di **oceanizzazione** dell'**Oceano Ligure-Piemontese** sono sovrascorse sopra le unità della **Falda Toscana, dell'Unità di Massa e delle Alpi Apuane**. Per questo movimento sono definite **alloctone**.

Sono rocce prevalentemente scure e/o verdastre (dette anche **ofioliti**, cioè "*rocce serpente*" in riferimento al colore verde che ricorda quello dei rettili) di **origine magmatica intrusiva** (graniti, gabbri e peridotiti) **ed effusiva** principalmente magma risalito dal mantello e fuoriuscito dalla frattura formata tra le due placche continentali in allontanamento, formando così un fondale oceanico. È in questo modo che un mare diventa oceano!



Quando le placche continentali si sono avvicinate, la crosta oceanica è andata in profondità (subduzione), ma parte del materiale è rimasto in superficie a causa dell'attrito e di altri processi, è questo materiale, detto **prisma di accrezione** (in bordeaux nella figura) che poi è stato coinvolto nell'orogenesi ed è trascorso verso est. Si tratta quindi di depositi misti, fortemente rimaneggiati in cui si trovano vari brandelli dell'antica costa oceanica e della copertura sedimentaria sovrastante.

Le Unità Liguri affioranti sulle Alpi Apuane sono divise in 3 unità:

1. **Unità di Canetolo** con le formazioni dei Calcari di Groppo del Vescovo e delle Argille e Calcari (tra i 70 e i 40 milioni di anni fa) che testimoniano una fase di chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese armai ridotto a un mare basso…
2. **Unità di Monte Caio** con il Complesso di Monte Penna-Casanova, e delle formazioni delle Argille a blocchi di Monte Veri e del Flysh ad elmintoidi di Ottone-Santo Stefano (tra 83 e 66 milioni di anni fa). Il Complesso di Monte Penna-Casanova è la formazione più estesa et eterogenea, prodotta da ampie frane sottomarine che rimaneggiano basalti di fondo oceanico, ma anche graniti (come ad esempio a Camporgiano).
3. **Unità di Monte Gottero** costituita dalla sola formazione delle Arenarie del Gottero al limite K/T (72–56 milioni di anni fa) costituite da depositi di sabbie marine accumulate per correnti di torbida.

A Pontecosi affiora parte del **Complesso di Monte Penna-Casanova** con brecce costituite da basalto e altro materiale rimaneggiato.

III TAPPA CONTATTO SEDIMENTARIE – METAMORFICHE
LA FINESTRA TETTONICA

(geosito 1 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).

Le rocce metamorfiche delle Alpi Apuane (Unità di Massa e Unità delle Alpi Apuane) affiorano in una vasta area estesa oltre 200 km^2 grazie all'erosione delle sovrastanti coperture (Falda Toscana e Unità Liguri). Questo affioramento è chiamato **finestra tettonica** ed è facilmente riconoscibile anche per la morfologia aspra dei picchi e la scarsità di vegetazione che conferisce a questa area un aspetto "alpino". La finestra è circondata da rilievi più bassi, dal profilo più morbido e più ricchi di vegetazione.

Il confine della finestra tettonica, cioè il contatto tra le rocce metamorfiche dell'Unità di Massa e dell'Autoctono e le rocce sedimentarie della Falda Toscana, è un contatto tettonico che ha agito come faglia inversa in un regime tettonico di compressione ed appare come una fascia ampia qualche decina di metri costituita da sedimenti di varia natura con all'interno clasti aprovenienti sia dalle formazioni sedimentarie che da quelle metamorfiche…

Tale contatto è osservabile ad esempio nella **località Iapori a Careggine** tra i **Calcari ad Angulati** della Falda Toscana e lo **Pseudomacigno** dell'Autoctono.

(https://maps.app.goo.gl/uPAssQnSpUXuDNzT8)

Le strutture deformate della finestra tettonica sono interpretate come dovute a due principali eventi regionali tettono-metamorfici – fasi 'D1' e 'D2' – avvenuti rispettivamente 27-20 Ma e 14-11 Ma. La **prima deformazione (D1)**, compressionale duttile, è dovuta alla collisione continentale della placca Sardo-Corsa con la microplacca Adria (Paleogene). Il basamento e la copertura del

Complesso metamorfico sono deformati e metamorfosati (facies ***scisti verdi*** ± biotite ± cianite) in una piega vergente a nord est e ricoperti dalla Falda Toscana e dalle Unità Liguri s.l.
La **seconda deformazione (D2)**, estensionale duttile, porta al graduale equilibrio isostatico della crosta inspessita, per mezzo della denudazione tettonica e dell'erosione (Neogene). Gli ultimi stadi della deformazione delle Alpi Apuane sono associati allo sviluppo di strutture fragili, associate a movimenti verticali, localmente superiori ai 4 km.

LUNGO LA STRADA

Proseguendo con le auto siamo entrati nel **cuore della Finestra Tettonica** con i suoi metacalcari e marmi vari spesso con stratificazioni fortemente inclinate.
Siamo passati anche ai piedi del Monte Sumbra, il cui aspetto attuale si è definito durante le ultime glaciazioni.
(geositi 79, 188 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).

IV TAPPA LE MARMITTE DEI GIGANTI (saltata causa maltempo)

https://maps.app.goo.gl/Bdzz8c9G4KXFH5ut5
I fossi dell'Anguillaja e del Fatonero sono affluenti di sinistra della Tùrrite Secca, che discendono il versante meridionale del Monte Sumbra (1.765 m s.l.m.) e del Monte Fiocca (1.709 m s.l.m.), a circa 650 m di distanza lineare l'uno dall'altro. Si tratta di due corsi d'acqua intermittenti a regime temporaneo in occasione di forti piogge, che percorrono un substrato costituito prevalentemente da **Marmi** e, in misura più ridotta, da **Calcari selciferi**. Nella traccia d'incisione dell'alveo torrentizio, le acque incanalate e vorticose hanno scavato grandi cavità a forma di paiòlo, conosciute come ***marmitte dei giganti***, che si presentano abbastanza regolari, con pareti assai levigate e spesso con un fondo a calotta. Le ***marmitte*** dell'Anguillaja e del Fatonero sono modellate direttamente nella roccia e le loro dimensioni sono variabili da pochi centimetri fino ad un diametro di 6,6 m e una profondità di 1,6 m. Complessivamente sono state individuate 30 grandi ***marmitte*** a cui si devono aggiungere molte altre forme più piccole anche all'interno di quelle maggiori.
Formazioni simili si ritrovano anche lungo altri torrenti delle Alpi Apuane, ma con estensione e dimensioni molto inferiori, ad esempio nel Camaiorese sempre su rocce calcaree.
Le ***marmitte*** si sono formate per azione abrasiva di ciottoli ruotanti azionati dal flusso d'acqua con movimento vorticoso su un substrato roccioso coerente ed omogeneo e di natura carbonatica. La dissoluzione chimica operata per carsismo superficiale su queste rocce potrebbe avere favorito l'inizio di tali formazioni; ma il processo principale è il flusso d'acqua, non il carsismo. Alcuni autori ritengono che tale flusso sia stato intensificato nel periodo postglaciale, includendo anche la formazione di cunicoli subglaciali di scorrimento. In effetti, il versante meridionale del Sumbra e del Fiocca è caratterizzato da forme diffuse di modellamento glaciale, glaciocarsico e crionivale, che testimoniano la presenza di masse glaciali nel Würm e di piccole masse effimere di ghiaccio e di nevai nel Tardiglaciale e Postglaciale.
Lungo il percorso si trovano ancora segni dell'erosione meccanica e ciottoli ancora incassati all'interno delle ***marmitte***.
(geositi 69 e70 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).

V TAPPA LE GOBBIE - DEPOSITO MORENICO

Nel Retroaltissimo, dove scorre il Canale delle Gobbie, affiorano piccoli lembi di depositi glaciali e fluvioglaciali. Buona parte di questi sedimenti è stata prodotta da un ghiacciaio che, durante la massima espansione würmiana, occupava tutta la valle e, nel Tardiglaciale, si è ritirato nella testata valliva del circo di Grotta Giuncona.

Ad Arni in località Campo delle Gobbie, di fianco alla strada provinciale, nel punto in cui il tracciato viario si addossa al versante orientale del Monte Pelato (1.325 m s.l.m.), in località Campo delle Gobbie, si nota un **affioramento morenico** particolare a quota 1.040 m s. l.m.
Questo deposito glaciale presenta due aspetti distinti e nettamente separati, senza transizioni graduali: a fianco di tipici sedimenti sciolti se ne incontrano altri cementati, di aspetto conglomeratico. Mentre i primi sono stati attribuiti al Würm, per i secondi è stata avanzata l'ipotesi che possano appartenere ad una precedente glaciazione. L'esistenza di tracce di una glaciazione pre-würmiana nelle Apuane – probabilmente il Riss delle Alpi – è in linea con quanto scoperto in alcuni luoghi dell'Appennino nella seconda metà del XX secolo.
Nelle Alpi Apuane, il deposito glaciale sciolto riposa di regola sopra quello cementato, lungo superfici che conservano segni di esposizione. Invece, nella zona del Vestito si osserva, a prima vista, una situazione opposta, con il sedimento sciolto posto ad una quota inferiore rispetto a quello cementato. L'apparente anomalia si spiegherebbe con i maggiori spessori raggiunti dal ghiaccio pre-würmiano rispetto al successivo. Una **concrezione stalattitica e stalagmitica**, formatasi entro una "tasca" del deposito glaciale cementato delle Gobbie, ha consentito di eseguire, con il metodo U/Th, la prima datazione assoluta dello stesso conglomerato.
Nonostante le contaminazioni, il valore ottenuto orienta per un'età di formazione della morena antecedente il Würm e dunque da attribuire al Riss con un certo margine di attendibilità.
NB: nell'Appennino settentrionale le uniche tracce certe di glacialismo rissiano si limitano ai depositi eterogenei e disorganizzati del piano sommitale di Monte Navert, in Provincia di Parma.
(geosito 119 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html)
Webinar **Glacialismo** https://www.youtube.com/watch?v=foXR5PlcO_M

LUNGO LA STRADA

Proseguendo con le auto abbiamo continuato ad attraversare la Finestra Tettonica arrivando alla zona del **BASAMENTO PALEOZOICO**.
Lungo la strada di Passo Croce è ben rappresentato il **contatto tra il basamento paleozoico e la copertura carbonatica dell'Autoctono** con una discontinuità angolare e un gap deposizionale di oltre 100 milioni di anni.
(geosito 4 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html)
Sulle rocce silicee è presente una vegetazione acidofila con castagni, eriche e brugo, mentre sulle rocce calcaree troviamo il querceto-carpineto con alberi radi e copertura erbacea prevalentemente di paleo.

IL CARSISMO

Il termine CARSISMO deriva dalla regione CARSO (nota anche come altopiano Carsico o Carsia, in latino Iulia Carsa, in sloveno e in croato Kras, in friulano Cjars, in tedesco Karst), un altopiano roccioso calcareo che si estende a cavallo tra Friuli-Venezia Giulia (provincia di Gorizia e Trieste), Slovenia e Croazia, noto storicamente per essere stato teatro di violente battaglie durante la prima guerra mondiale, tra le truppe italiane e quelle austro-ungariche.
In particolare, i primi studi sul carsismo furono condotti nel Carso di Trieste, noto anche come "Carso Classico".
Nota: questo toponimo deriva dalla radice "kar" o "karra", di origine paleoindoeuropea con significato di roccia, pietra. Stessa radice hanno i toponimi Carnia, Carinzia, Carnaro e Carniola…
Monte Carchio sulle Alpi Apuane.
Il CARSISMO è un processo chimico esercitato dall'acqua, in gran parte su rocce calcaree, sia di dissoluzione sia di precipitazione, che determina una caratteristica tipologia di suolo detta suolo carsico, con particolari strutture sia epigee sia ipogee.

$$\mathbf{CO_2 + H_2O + CaCO_3 = Ca(HCO_3)_2}$$

La dissoluzione avviene per azione dell'acqua e dell'anidride carbonica che sciolgono il carbonato di calcio e formano un carbonato acido di calcio.
Ciò avviene tipicamente per azione delle precipitazioni atmosferiche rese acide per la presenza di anidride carbonica nell'atmosfera.
Il carbonato di calcio ($CaCO_3$) è praticamente insolubile, mentre il carbonato acido di calcio ($Ca(HCO_3)_2$) è solubile e si dissocia in acqua in ioni Ca^{++} e HCO_3^- che vengono asportati dall'acqua dilavante.
La **precipitazione**, invece, è la reazione contraria che avviene a partire da acque sovrassature di carbonato acido di calcio in cui si deposita carbonato di calcio. Tale precipitazione è favorita dalla differenza di temperatura e pressione dell'acqua e alla contemporanea liberazione della CO_2 spostando la reazione verso il $CaCO_3$.
Il carsismo, si può manifestare, non solo su rocce calcaree, ma anche su rocce evaporitiche come gessi e anidriti e anche, in misura minore, su rocce di natura granitica…
La **dissoluzione** si manifesta lentamente, sia in superficie sia infiltrandosi nel reticolo, spesso seguendo linee di penetrazione impostate fratture e/o faglie.
Il materiale non disciolto (silice e ossidi metallici) va a costituire i cosiddetti **depositi residuali**, spesso associati alle forme carsiche.
L'evoluzione del carsismo procede in profondità creando cavità ipogee, arrestandosi solo al contatto con rocce non sottoposte, per contenuto mineralogico, al fenomeno di dissoluzione carsica.
Dal punto di vista geochimico vengono interessati dal processo minerali carbonatici come primariamente la calcite e l'aragonite, ma anche in misura minore la dolomite. Forme di dissoluzione simili, ma che si attuano in modo chimicamente diverso, possono anche formarsi a spese di formazioni gessose e saline; tali forme vengono spesso ricomprese nel fenomeno carsico, anche se a rigore non subiscono il processo di dissoluzione sopra descritto.
L'azione corrosiva dipende dalla natura della roccia, dalla temperatura media stagionale e dalla presenza di precipitazioni. Ecco perché i terreni carsici si trovano prevalentemente nella fascia climatica temperata e in quella intertropicale, dove le condizioni atmosferiche sono più favorevoli, sia per le temperature sia per la quantità di precipitazioni e il conseguente contributo biologico all'acidità delle acque percolanti.
Il **paesaggio carsico** è praticamente privo di rete idrografica superficiale. In geomorfologia si distingue in **carsismo superficiale (epigeo)** e **carsismo sotterraneo (ipogeo)**.

Forme del carsismo superficiale (epigeo)

Le forme del carsismo superficiale vengono classificate, in base alla scala del fenomeno, in microforme e macroforme.
Tra le microforme, si annoverano le scannellature (Rillenkarren in tedesco), i "campi solcati" o "campi carreggiati" (karren in tedesco, lapiez in francese), le docce (solchi più ampi), le vaschette di corrosione (in sloveno kamenitza), i fori di dissoluzione e gli alveoli.
Tra le macroforme più importanti si trovano doline, polje (es lago di Cerknica in Slovenia), puli, inghiottitoi, grave a pozzo e valli carsiche.

Forme del carsismo sotterraneo (ipogeo)

Le **grotte** sono senza dubbio le forme più conosciute, ma esistono anche cunicoli più o meno estesi, come quelli percorsi da fiumi sotterranei, come per esempio il Timavo, che scompaiono dalla superficie terrestre sprofondando nel sottosuolo dove scorrono anche per parecchio tempo prima di tornare all'aperto (**risorgive carsiche**). Ci sono inoltre abissi, sifoni, condotti e altre forme di collegamento tra cavità ipogee.
Lo stillicidio dell'acqua che penetra dalla superficie crea, con il passare dei secoli e millenni: le stalattiti, le stalagmiti, le colonne date dalla loro unione, le colate, le cortine e le varie concrezioni che ornano le pareti delle grotte sotterranee.
NB l'accrescimento medio di una concrezione è di 0,27 mm l'anno, quindi 2,7 mm in 10 anni!

Complessivamente i **fenomeni carsici presenti sulle Alpi Apuane**, sia a livello epigeo sia a livello ipogeo, sono da ritenersi strettamente connessi al glacialismo quaternario, che ha favorito l'iniziale formazione di fratture e di discontinuità, a alle fasi postglaciali che hanno portato a notevoli quantità di ghiaccio e neve in scioglimento sia in superficie sia in profondità.
Anche i **massi erratici** sono associati al glacialismo.
Due straordinari esempi di carsismo epigeo sulle Alpi Apuane:
Campo Carreggiato di Vetricia
(geosito 130 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).
Campo di doline di Carcaraia
(geosito 135 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).

ANTRO DEL CORCHIA

La notevole estensione delle rocce di natura carbonatica rende le Alpi Apuane uno dei comprensori carsici più vasti d'Europa e l'**Antro del Corchia** la seconda grotta più estesa d'Europa con 21 ingressi, 80 km di cunicoli distribuiti su un dislivello di 1.185 m.
L'**Antro del Corchia** è un sistema carsico molto esteso e antico che risale a 2-1 milioni di anni fa; si sviluppa all'interno dei Grezzoni e dei Marmi; ha vari pozzi tra cui uno quasi in vetta che testimonia la presenza di una copertura oggi scomparsa, anche i vari ciottoli di arenaria trovati all'interno della grotta testimoniano la presenza di una copertura in passato e ciò sarebbe in accordo con la passata presenza della Falda Toscana. Ha una vasta area con stalattiti, stalagmiti, colonne e altre concrezioni ancora attive, zone con acqua e zone ormai inattive dove lo stillicidio si è interrotto e le concrezioni sono "morte". I vari pozzi e cunicoli hanno superfici che indicano lo scorrimento in passato di acqua anche in modo vorticoso. Ad esempio gli **SCALLOPS** (cucchiaiate) sono piccole cavità di forma ellittica asimmetrica con margine stretto che indicano acqua turbolente. Anche i vari ciottoli ritrovati in grotta indicano l'azione di acque abbondanti.
(https://www.corchiapark.it/)
Webinar **Antro del Corchia** https://www.youtube.com/watch?v=Ps7KjTuNupo
(geosito 194 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html).

Altre due grandi grotte sulle Alpi Apuane
Grotta del Vento https://grottadelvento.com/it/homepage/
Grotte di Equi Terme https://grottediequi.it/
L'elenco di tutte le grotte toscane è disponibile sul catasto:
https://www.speleotoscana.it/catasto-online-fst-informazioni/

IL MONTE FORATO

Dal paese di **Cardoso** si gode una bella vista del **Monte Forato** e un cartello spiega la formazione del suo grande **arco naturale**.
Si tratta di un arco di roccia sotteso tra le cime bifide, a nord e sud, del Monte Forato, che raggiungono rispettivamente i 1.208 e i 1.230 m s.l.m.. Ha una campata di 32 m e un'altezza massima di 26 m, mentre lo spessore minimo della roccia è tra gli 8 e 12 m in sezione orizzontale e verticale. La cresta che divide le due cime del Forato, con l'arco naturale al centro, è costituita da tre differenti formazioni rocciose carbonatiche dell'Autoctono: **Grezzoni**, **Marmi dolomitici** e **Marmi s.s.**.
La formazione dell'arco è dovuta a più fattori: l'erosione delle acque meteoriche e le correnti in primo piano, insieme alla dissoluzione chimica delle pareti rocciose carbonatiche, a cui si

aggiunge il ruolo del vento e del crioclastismo, tutti questi agenti hanno agito prevalentemente lungo fratture preesistenti…
È stato anche ipotizzato che l'arco possa rappresentare il resto di un condotto carsico profondo, portato in superficie con il sollevamento dell'area apuana e poi demolito dall'erosione. Secondo questa diversa interpretazione, l'arco di roccia sarebbe stato individuato da due fratture perpendicolari al preesistente condotto.
Nel Medioevo e in Età moderna, la montagna era conosciuta con il nome di *Pania forata*, infatti rientra anch'essa nel gruppo delle Panie.
(geosito 50 http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html)

VI TAPPA LA CAPPELLA - Parco Archeomineralogico
https://maps.app.goo.gl/NQhCx1HY2s14w4X78
Lungo la strada che ci conduce a La Cappella affiorano le rocce più antiche delle Alpi Apuane, sono le **FILLADI INFERIORI** del basamento paleozoico dell'Autoctono, risalenti a circa 500-450 milioni di anni fa.
La località **La Cappella** fa parte di un **Parco Archeomineralogico** con piccole cave storiche abbandonate in cui è possibile osservare i segni della lavorazione e i blocchi lavorati. Inoltre, sono visibili forme di **carsismo ipogeo** (di grotta) emerse in seguito all'estrazione dei materiali in cava. Le **cave** erano principalmente di **Bardiglio**, una varietà di marmo caratterizzata da una struttura saccaroide o ceroide con molta attitudine alla lucidatura e da un colore scuro, bluastro o ceruleo, dovuto alla presenza di pirite microcristallina.
http://www.apuanegeopark.it/apuanegeopark_geotur_cave_cappella.html

LINK ALLE SCHEDE DEI PRINCIPALI GEOSITI DELLE ALPI APUANE
http://www.apuanegeopark.it/geositi_apuani_principali.html