



San GIAN AICS

Mineraluserna

DAGLI ATOMI ALLE ROCCE



CALCITE AMETISTINA - VALLE GESSO (CN)
Collezione Privata

**Due anni di lezioni
nelle Scuole della Val Pellice**



DAGLI ATOMI AI MINERALI ATTRAVERSO I FIOCCHI DI NEVE

Avete mai osservato un fiocco di neve sotto una lente o al microscopio? Non è difficile...

qui sotto avete un esempio della regolarità e insieme della complessità e della bellezza del suo aspetto.

Dicono che non esistano al mondo due fiocchi di neve uguali!

Direte: che c'entra questo con atomi

e molecole e minerali? Invece nasce proprio da un'osservazione di un cristallo (o fiocco) di neve la cristallografia moderna. Siamo nel 1611 e Keplero, uno scienziato già noto per le leggi che governano il moto dei pianeti intorno al sole, ipotizzò che la forma (o morfologia) dei cristalli di neve fosse da far risalire ad una disposizione regolare di 'atomi' di acqua. Si pensava infatti a quel tempo che l'acqua fosse un elemento chimico di forma sferica e Keplero scoprì allora quello che oggi chiamiamo impacchettamento esagonale compatto. Dovettero passare quasi due secoli prima che Lavoisier capisse che l'acqua non è un 'atomo' ma un composto chimico di idrogeno e ossigeno. L'idea originale di Keplero rimane però valida ancora oggi e la struttura



DES ATOMES AUX MINÉRAUX EN PASSANT PAR LES FLOCONS DE NEIGE

Avez vous déjà observé un flocon de neige à la loupe ou au microscope?

Ce n'est pas difficile, ci-dessous, vous avez un exemple de la régularité et en

même temps de la complexité et de la beauté de son aspect. Il paraît qu'il n'existe pas deux flocons de neige identiques au monde!

Vous me direz: qu'est ce que ça a voir avec

les molécules et les minéraux? Eh bien, vous serez surpris d'apprendre que la cristallographie moderne provient de l'observation d'un cristal (ou flocon) de neige. Ça se passe en 1611: Képler, un scientifique déjà connu pour les lois sur le mouvement des planètes autour du soleil, émet l'hypothèse que la forme (ou morphologie) des cristaux de neige doit être due à une disposition régulière d'«atomes» d'eau. On pensait en effet à l'époque que l'eau était un élément chimique en forme de sphère et à cette époque Képler découvrit ce que nous appelons aujourd'hui l'assemblage hexagonal compact. Presque 2 siècles passèrent avant que Lavoisier comprenne que l'eau n'était pas un atome mais un composé chimique constitué d'hydrogène et d'oxygène. L'idée originale de Képler reste en revanche valide encore aujourd'hui:

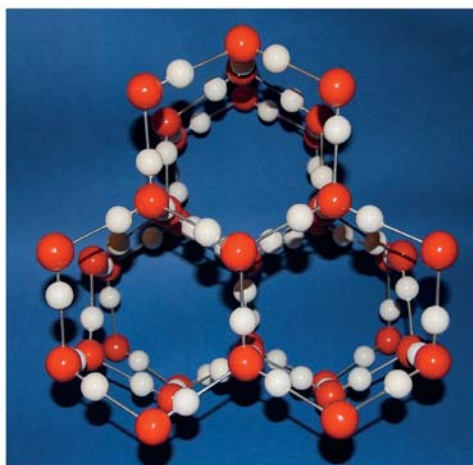
del ghiaccio è una disposizione regolare di molecole, come si vede qui a destra.

Ma partiamo da una molecola d'acqua. Una sfera di legno in rosso vivace rappresenta l'ossigeno, collegato con

due asticcioline (i legami chimici) a due sferette bianche più piccole (idrogeno). E' un modello ingrandito 200 milioni di volte di H_2O ; tutto è in scala, anche l'angolo formato dai tre atomi. Ragazzi! Potete osservare e manipolare questo modello, come anche altri, smontandoli e rimontandoli per rendervi partecipi di quello che a livello atomico (e con modalità estremamente più complesse) è la formazione di una molecola partendo dagli atomi.

Costruendo una molecola partendo da sfere e asticcioline (in inglese stick and ball) con l'aiuto del docente, potrete immaginare le dimensioni reali dei componenti della materia, le loro distanze e anche gli angoli stessi di legame. Le molecole realizzate sono infatti fedeli riproduzioni in scala 1:200.000.000 realizzate rispettando il codice internazionale dei colori per gli atomi.

In questo modo scoprirete che la materia, nei suoi tre stati, solido, liquido, gassoso, è costituita da particelle elementari indivisibili (appunto atomi, dal greco) rappresentati da sfere colorate, a



la struttura de la glace provient d'une disposition régulière de molécules, comme on le voit ici à gauche. Mais partons d'une molécule d'eau. Une sphère en bois rouge vif représente l'oxygène, relié avec

deux bâtonnets (les liaisons chimiques) à deux sphères blanches plus petites (molécules d'hydrogène). C'est un modèle de H_2O grossi 200 millions de fois ; tout est à l'échelle, même l'angle formé par les 3 atomes. Vous pouvez observer et manipuler ce modèle et bien d'autres, en les démontant et en les remontant pour vous rendre compte de ce qu'est, au niveau atomique (avec des modalités beaucoup plus complexes), la formation d'une molécule en partant des atomes.

En construisant une molécule à partir de sphères et de bâtonnets (en anglais «stick and ball») avec l'aide de l'enseignant, vous pourrez imaginer les dimensions réelles des composants de la matière, leurs distances et même les angles entre les liaisons. Les molécules réalisées sont en effet de fidèles reproductions à l'échelle 1:200.000.000 construites en respectant le code couleur international des atomes.

De cette façon ; vous découvrirez que la matière, dans ses trois états - solide, liquide, gazeux- est constituée de particules élémentaires indivisibles (d'où le mot atome, du grec) représentées par des sphères colorées, à leur tour inter-



loro volta interconnesse da legami chimici, rappresentati da asticcioline di legno.

Ma veniamo al passo successivo: Madre Natura ama l'ordine, si diceva. Questo almeno in parte, è vero. Quando l'acqua solidifica, le molecole si dispongono ordinatamente in un reticolo, con un modello tangibile. Con la fantasia e l'immaginazione potete avvicinarvi ai minerali con le loro strutture.

Un fiocco di neve impiega qualche minuto a formarsi ma la formazione dei minerali richiede tempi geologici, spesso decine di migliaia di anni, o anche milioni. In tutto questo tempo i costituenti elementari della materia (atomi o gruppi atomici), favoriti spesso da temperature elevate nella crosta terrestre, ebbero la possibilità di disporsi in maniera ordinata formando un reticolo cristallino, esattamente come nel nostro fiocco di neve le molecole d'acqua. Dalle molecole quindi passiamo ai reticoli minerali, in qualche ora ma non dimentichiamo che nel progredire della scienza questo processo

connectées par des liaisons chimiques, représentés par les bâtonnets de bois. Mais venons-en à l'étape suivante: Mère Nature aime l'ordre, on disait. Cela, au moins en partie, est vrai. Quand l'eau se solidifie, les molécules se disposent de manière ordonnée en formant un réseau, selon un modèle tangible. Avec de la fantaisie et de l'imagination, vous pourrez donc appréhender les minéraux grâce à leur structure.

Un flocon de neige prend quelques minutes à se former mais la formation des minéraux requiert des temps géologiques, souvent des dizaines de millier d'années, ou même des millions. Avec tout ce temps, les constituants élémentaires de la matière (atomes ou groupes atomiques), aidés souvent par les températures élevées dans la croûte terrestre, ont pu se disposer de manière ordonnée en formant un réseau cristallin, exactement comme les molécules d'eau dans notre flocon de neige. Des molécules, on passe donc aux réseaux cristallins en quelques heures, mais n'oublions pas que dans le cadre du progrès de la science, ce

richiese secoli e secoli.

Anche il reticolo cristallino di un minerale ha la sua tridimensionalità, spiegata con la realizzazione di semplici unità elementari, che poi concettualmente si immaginano ripetute nello spazio a formare appunto il reticolo. Ecco dunque il concetto di cella elementare: il cloruro di sodio (sale da cucina) o il fluoruro di calcio (fluorite) o ancora la grafite.

processus a requis des siècles et des siècles.

Le réseau cristallin a lui aussi un aspect tri-dimensionnel, expliqué avec la réalisation d'unités élémentaires simples, que l'on peut s'imaginer répétées dans l'espace pour former ledit réseau. Voilà donc le concept de structure élémentaire: par exemple le chlorure de sodium (sel de table) ou le fluorure de calcium (fluorite) ou encore la graphite.



Partendo da questo concetto di regolarità atomica è abbastanza intuitivo passare ad un aspetto morfologico molto appariscente nei minerali: la presenza di facce piane e regolari che si intersecano ad angoli costanti. Questo crea un aspetto regolare e simmetrico nei cristalli, molto attraente. I cristalli possono essere di qualche millimetro ma anche molto più grandi.

En partant de ce concept de régularité atomique, il est assez intuitif de passer à un aspect morphologique très remarquable dans les minéraux: la présence de faces planes et régulières, qui s'intersectent avec des angles constants. Cela donne aux cristaux un aspect régulier et symétrique très agréable. Les cristaux peuvent être de quelques millimètres mais parfois aussi beaucoup plus grands!

LA CARTA D'IDENTITÀ DEI MINERALI

Abbiamo parlato di come gli atomi, associandosi tra di loro, danno vita ai composti ed ai minerali. Il modo in cui si legano i diversi elementi chimici è anche alla base di una caratteristica fondamentale dei minerali: la **DUREZZA**. La scala di Mohs è una scala, che possiamo quasi paragonare ad un podio del minerale più forte, del tutto immaginaria che rappresenta per l'appunto la durezza dei minerali e si articola in 10 "gradini" che vanno da 1 a 10, **dove 1 indica il minerale più tenero e 10 il più duro**. Vediamo alcuni esempi:

Talco: avete presente il Borotalco? Nonostante la poca fantasia, è davvero fatto da talco! Molto conosciuto nelle valli occitane per le miniere di Prali, è uno tra i minerali più teneri che si conosca. Per questa ha **durezza 1**;
Oro: il metallo più conosciuto al mondo, essendo un metallo è molto duro. **SBAGLIATO!** È invece molto tenero. Con **durezza da 2.5 a 3** è quindi molto malleabile. Questo permette di usarlo per fili, lamine, smartphone, in campo medico per la cura di certe malattie... insomma, non chiamatelo "duro"!; **Quarzo:** lo sapevate che la crosta terrestre è formata **dal 75% da silicio ed ossigeno**? Ebbene sì! Il quarzo, che contiene silicio e fa parte dei **silicati**, entra a pieno diritto tra i minerali più abbondanti sulla Terra ed ha **durezza 7**;

LA CARTE D'IDENTITÉ DES MINÉRAUX

*Nous avons discuté de comment les atomes, en s'associant entre eux, donnent vie aux composés et aux minéraux. La manière dont sont reliés les différents éléments chimiques est aussi à la base d'une caractéristique fondamentale des minéraux: la **DURETÉ**. L'échelle de Mohs est une échelle que nous pouvons presque assimiler à un podium du minéral le plus fort, complètement imaginaire, qui représente dans notre cas la dureté des minéraux et se décompose en 10 échelons, qui vont de 1 à 10, **où 1 indique le minéral le plus tendre et 10 le plus dur**. Voyons quelques exemples :*

Talc: vous connaissez la poudre de talc? Malgré le peu de fantaisie, c'est vraiment fait avec une roche appelée talc. Très connu dans les vallées occitanes autour des mines de Prali, c'est un des minéraux les plus tendres que l'on connaisse. C'est pour cela que **sa dureté vaut 1**;

L'or: le métal le plus connu au monde, souvent comme étant un métal très dur! **FAUX!** Il est au contraire très tendre. Avec une **dureté comprise entre 2.5 et 3**, il est donc très malléable. Cela permet de le réduire en fils ou en fines plaques; bref, ne le qualifiez pas de «dur»!;

Quartz: vous saviez que la croûte terrestre est constituée à **75% de silice et d'oxygène**? Eh bien si ! Le quartz, qui contient justement de l'oxygène et de la **silice** fait partie des silicates, il entre de plein droit dans la catégorie des minéraux les plus abondants sur Terre et a une **dureté de 7**.

Corindone: meglio conosciuto anche come **rubino (ricco in cromo) e zaffiro (ricco in titanio e ferro)**, ha una durezza esorbitante! Ben **durezza 9**. Per questo viene usato per alcuni vetri molto particolari (e costosi) o gioielli;

Diamante: squillo di trombe per Sua Maestà il Re dei Minerali! Il più prezioso e il più duro minerale sulla Terra, con **durezza 10!** Forse solo Wolverine riesce a batterlo...

Corindon: Mieux connu sous le nom de **rubis (riche en chrome) et de saphir (riche en titane)**, il a une dureté faramineuse. **Un bon 9**. Pour cette raison, on l'utilise dans la fabrication de certains verres particuliers (et chers) ou bijoux.

Diamant: roulement de tambour pour Sa Majesté le roi des Minéraux! Le minéral le plus précieux et le plus dur sur la Terre, avec une **dureté de 10**. Paraît-il que seul Wolverine pourrait le battre.



Sebbene la Scala di Mohs sia da sé sufficiente a caratterizzare i minerali, alle volte è bene avere un aiuto in più. E questo è dato da alcune altre caratteristiche fondamentali dei minerali, facili da ricordare ovvero: **colore, lucentezza, aspetto (o abito) e le caratteristiche speciale**. Vediamo alcuni esempi:

COLORE: spesso ogni minerale ha uno o più colori che lo distinguono; ad esempio la **galena** è grigio piombo, il **rubino** rosso. Ma ci sono casi particolari in cui questo non aiuta: un esempio è il **quarzo** che presenta una diversità di colori ENORME! Infatti può essere di qualsiasi colore, persino non averne nessuno (incolore), che

Bien que l'échelle de Mohs soit en elle-même suffisante pour caractériser les minéraux, parfois, c'est bien d'avoir une aide en plus. Et celle-ci est donnée par certaines autres caractéristiques fondamentales des minéraux, dont il facile de se rappeler: **couleur, éclat, faciès (ou habitus) et autres caractéristiques spéciales**. Voyons quelques exemples: **COULEUR:** souvent les minéraux ont une ou plusieurs couleurs qui les différencient; par exemple la **galène** est gris plomb, le **rubis** rouge. Mais il y a aussi des cas particuliers pour lesquels la couleur n'aide pas: le **quartz** en est un exemple, il comporte une diversité de couleur ÉNORME! En effet, il peut être de n'importe quelle couleur, voire même n'en avoir aucune;

dipende dalle impurezze o elementi chimici al suo interno. Un esempio lo sono l'**ametista (colore viola)** ed il **quarzo moriore (colore nero)**. Questo fenomeno è anche detto **allocromatismo**;

LUCENTEZZA: ovvero “quanto luccica”. Molto semplice, vero? Niente affatto. Alle volte è più difficile di quanto sembra... Il **quarzo** ha lucentezza **vitrea** (simile del vetro), l'**oro** e la **grafite** hanno lucentezza **metallica**, lo **zolfo** ha lucentezza **resinosa** (simile alla resina);

ASPETTO: altro parametro fondamentale che può essere molto utile, ma anche molto insidioso. Ad esempio il nostro onnipresente **quarzo** ha un abito **appuntito**, la **pirite** è **cubica**, lo **zaffiro** è a **barilotto**. Poi esiste sempre qualcuno che vuole esagerare: un esempio è il **bismuto sintetico**, che ha un abito a **tramoggia**. Mah, a me sembra una scalinata... giudicate voi!

CARATTERISTICHE SPECIALI:

le caratteristiche dette prima è essenziale che siano usate assieme per poter essere sicuri di identificare un minerale. Ma esistono dei casi unici in cui basta solo la sua “specialità” per andare a colpo sicuro!

Un esempio è la **magnetite**, che viene attirata dalla calamita (per questo il fenomeno è detto **magnetismo**), l'**arsenopirite** se colpita da un martello **puzza di aglio** (ottima contro i vampiri: risultati assicurati!), l'**uraninite** è

*cela dépend des impuretés ou des éléments chimiques qu'il contient. Par exemple, l'**améthyste (couleur violet)** et le **quartz morion (couleur noir)**. Ce phénomène est aussi appelé **allochromatisme**;*

ÉCLAT: *cela dépend de comment «brille» un minéral. Très simple, n'est ce pas? Pas le moindre du monde. Parfois c'est plus difficile que ça en a l'air. Le **quartz** a un éclat **vitreux** (similaire au verre), l'**or** et le **graphite** ont un éclat **métallique**, le **soufre** a un éclat **résineux** (similaire à la résine);*

FACIÈS: *un autre paramètre fondamental qui peut être très utile, mais aussi très traître. Par exemple notre omniprésent **quartz** a un faciès **poin-***

*tu, la **pyrite** est **cubique**, le **soufre** est en **tonnelet**. Ensuite il existe toujours certaines personnes qui veulent exagérer: par exemple, le **bismuth synthétique** qui a un faciès en **trémie**. Bon, moi j'aurais plutôt dit un escalier... je vous laisse juger par vous-même!*

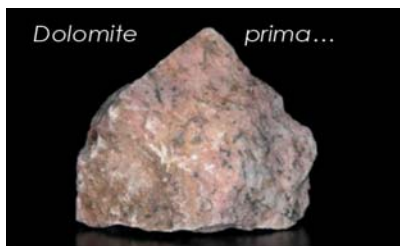


CARACTÉRISTIQUES SPÉCIALES:

pour les caractéristiques citées ci-dessus, il est essentiel de les utiliser ensemble afin d'être sûr d'identifier le minéral. Mais il existe des cas uniques pour lesquels seule sa «spécialité» suffit pour être sûr de son coup!

*Un exemple est la **magnétite**, qui est attirée par un aimant (c'est pour ça que ce phénomène est appelé **magnétisme**); l'**arsénopyrite**, lorsqu'on lui donne un coup de marteau, elle sent l'ail (excellente contre les vampires, résultat assuré!); l'**uraninite***

radioattiva (beh, questo è anche dato dal suo nome: contiene un **SACCO** di **uranio!**), la **calcite** si scioglie sotto l'azione dell'**acido cloridrico** (per intendersi è la stessa cosa che fa l'idraulico liquido con il calcare), l'**halite**, se assaggiata, **è salata** (lo si usa ovunque e sempre. Non sapete cos'è? È il nostro **sale da cucina!**). E molti, molti, molti altri ancora... Si potrebbe andare avanti all'infinito: in fondo, al mondo sono stati scoperti più di **5400 specie di minerali, tra microminerali (visibili solo attraverso un microscopio) e macrominerali (visibili ad occhio nudo)**. Ma forse la caratteristica speciale più curiosa è la fluorescenza: se un minerale viene sottoposto ad uno speciale "trattamento" (raggi UV, raggi X, riscaldamento, ecc.) può assumere un colore diverso da quello che ha di solito. Non ci credete? Ecco alcuni esempi: **sotto una lampada a raggi ultravioletti (UV)...**



E con queste basi si dia il via alla caccia al minerale più curioso e particolare che avete. Buon riconoscimento!

est **radioactive** (bon, on le comprend aussi à son nom, elle contient beaucoup d'**uranium!**); la **calcite** se dissout sous l'action de l'**acide chlorhydrique** (pour mieux se comprendre, c'est la même chose que ce que fait le détergent pour les canalisations avec le calcaire); l'**halite**, lorsqu'on la goûte **est salée** (on l'utilise partout et tout le temps. Vous ne savez pas ce que c'est? C'est notre **sel de table!**). Et plein, plein, plein d'autres encore.

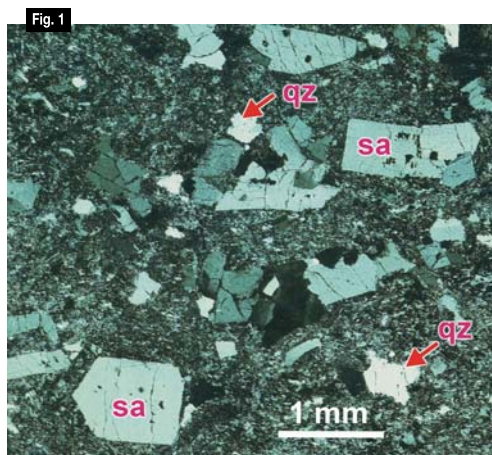
On pourrait continuer à l'infini: au fin fond du monde, on a découvert plus de **5400 espèces de minéraux, entre microminéraux (visibles seulement à travers un microscope) et macrominéraux (visibles seulement à l'oeil nu)**. Mais peut-être que la caractéristique la plus étrange est la fluorescence: si un minéral est soumis à un «traitement» spécial (rayons UV, rayons X, chauffage, etc), il peut prendre une couleur différente de celle qu'il a habituellement. Vous n'y croyez pas? Voici quelques exemples: **sous une lampe à rayons UV...**

Et avec ces bases, vous pouvez partir à la chasse du minéral le plus curieux et spécial que vous avez. Bonne reconnaissance!

LE ROCCE

I bei cristalli che si possono ammirare nei musei o alle mostre sono purtroppo abbastanza eccezionali. I minerali si trovano di solito come costituenti delle rocce, nelle quali crescono – per così dire – in competizione tra loro e quindi non riescono generalmente a sviluppare le loro forme geometriche.

Questi minerali, “brutti” dal punto di vista cristallografico, danno però molte informazioni sul modo in cui le rocce si sono formate o evolute, come vedremo in una serie di fotografie al microscopio.



La Fig. 1 mostra una riolite, roccia magmatica vulcanica ricca in ossido di silicio, SiO_2 . Al momento dell'eruzione il fuso (magma) conteneva già minuscoli cristalli di sanidino (sa) e quarzo (qz). Il fuso è cristallizzato molto velocemente formando una pasta di fondo a grana finissima, nella quale i minerali non sono riconoscibili nemmeno al microscopio.

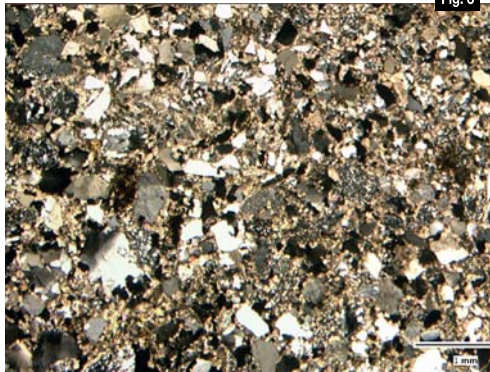
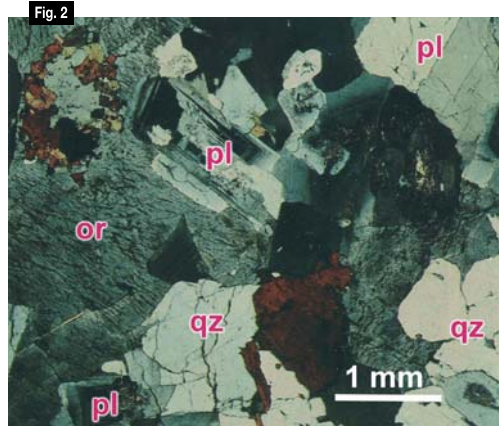
LES ROCES

Les beaux cristaux que l'on peut admirer dans les musées ou pendant les expositions sont malheureusement assez exceptionnels. Les minéraux se trouvent d'habitude comme constituants des roches, dans lesquels ils grandissent, pour ainsi dire, en compétition entre eux et donc ils ne réussissent pas à développer leurs formes géométriques. Ces minéraux, pas très jolis du point de vue cristallographique, donnent par contre beaucoup d'informations à propos du mode dans lequel ils se sont formés ou ont évolué, comme nous le verrons dans une série de photos au microscope.

La Fig. 1 montre une rhyolite, une roche magmatique volcanique riche en oxyde de silice, SiO_2 . Au moment de l'éruption, la lave (magma) contenait déjà des minuscules cristaux de Sanidine (sa) et de quartz (qz). La lave cristallise très rapidement formant une matrice aux grains très fins, dans laquelle les minéraux ne sont même pas reconnaissables au microscope.

La Fig. 2 montre en revanche un granit, roche magmatique plutonique de composition chimique analogue à la rhyolite, mais cristallisée lentement à plusieurs kilomètres de profondeur. Dans ce cas, les minéraux ont pu se développer et on remarque que le plagioclase (pl) a son faciès caractéristique et a bloqué la croissance de l'orthoclase (or). Le quartz a cristallisé en dernier et a rempli les vides laissés par les minéraux déjà formés.

La Fig. 2 mostra invece un granito, roccia magmatica plutonica di composizione chimica analoga alla riolite, ma cristallizzata lentamente alla profondità di alcuni km. In questo caso i minerali si sono potuti sviluppare e notiamo che il plagioclasio (pl) ha il suo abito e ha ostacolato la crescita dell'ortoclasio (or). Il quarzo (qz) è cristallizzato per ultimo e ha riempito i vuoti lasciati dai minerali già formati.

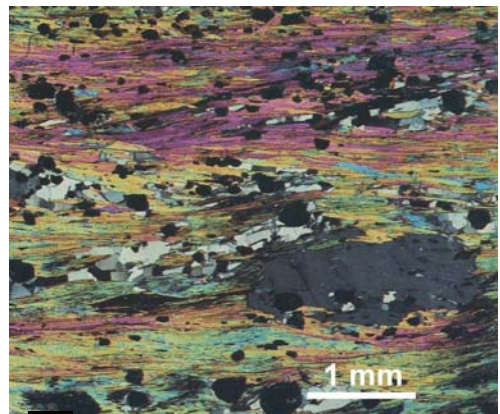


La Fig. 3 mostra un'arenaria, roccia sedimentaria che si forma per la cementazione di una sabbia. Si vedono minutissimi cristalli di calcite, riconoscibili per i colori vivaci, che saldano tra di loro granelli di quarzo e feldspato.

La Fig. 4, infine, mostra un micaschisto, cioè una roccia metamorfica formatasi da un'argilla ricristallizzata alla temperatura di alcune centinaia di gradi e alla profondità di alcuni km. La pressione orientata, legata alla formazione di una catena montuosa, ha parallelizzato le lamine di mica, riconoscibili per i colori vivaci, e ha conferito alla roccia la caratteristica struttura scistosa.

La Fig.3 montre un grès, roche sédimentaire qui se forme par la cimentation d'un sable. On observe des minuscules cristaux de calcite, reconnaissables par leur couleurs vives, qui soudent entre eux les grains de quartz et de feldspath.

La Fig.4, enfin, montre un micaschiste, c'est à dire une roche métamorphique formée d'une argile recrystallisée à une température de plusieurs centaines de degrés et à une profondeur de plusieurs km. La pression orientée, liée à la formation d'une chaîne



montagneuse, a parallélisé les couches de mica, reconnaissables à leurs couleurs vives et a conféré à la roche sa structure schisteuse caractéristique.



Lusernaite-(Y) Foto Finello



Si ringraziano

Dott. Francesco GIACOMINO

Dott. Matteo GIAI

Prof. Daniele MAZZA

Sig. Antonio Valter PIGNATARO

Prof. Riccardo SANDRONE

per le lezioni didattiche

e

Dott. Ing. Thomas BREHON

per la traduzione in francese



Nous remercions

Dott. Francesco GIACOMINO

Dott. Matteo GIAI

Prof. Daniele MAZZA

Sig. Antonio Valter PIGNATARO

Prof. Riccardo SANDRONE

pour les cours didactiques

et

Dott. Ing. Thomas BREHON

pour la traduction en français



Associazione Culturale

Strada del Saret, 4 - 10062, Luserna San Giovanni (TO)

C.F.: 94573910018

Tullio Parise (Presidente): 348.03.82.734

Manuela Campa (Vicepresidente): 348.79.336.744

Paolo Falco (Tesoriere): 338.46.10.618

info: Ferramenta Michele Malan - via l' Maggio, 5 - Luserna S.G. (TO) - 0121909310 - 340.6815881

Mail: associazionesengian@gmail.com - associazionesengian@pec-legal.it

Facebook: fb.me/AssociazioneSenGian