

13/10/2016

Piora – Lago di Cadagno – Ritóm

Français – *Italiano*

Guide nature et environnement *Guida natura e ambiente*

Coordination/ *Coordinazione*: Raffaele Peduzzi,
Walter Wildi

Avec des contributions de /
Con il contributo di

Reiner Bachofen, Fabrizio Barudoni, Adriano Dolfini, Giorgio
Guscetti, Valerio Jelmini, Enrico Krüsi, Jean-Luc Loizeau, Joëlle
Massy, Yves Nardini, Raffaele Peduzzi, Sandro Peduzzi, Susanne
Theodora Schmidt, Rodolphe Spichiger, Mauro Tonolla, Walter
Wildi

Traduzione Francese - Italiano: Enzo Nardini

Centro Biologia Alpina

2ème ed.

(Photo: delta de la Murinascia dans le Lago di Ritóm, niveau abaissé au
printemps 2011. *Delta della Murinascia nel Lago di Ritóm, livello abbassato,*
primavera 2011).



Piora – Lago di Cadagno – Ritóm

Guide nature et environnement / *Guida natura e ambiente*

Auteurs / Con il contributo di:

Reiner Bachofen, Institut für Pflanzenbiologie, Universität Zürich

Fabrizio Barudoni, Leventina Turismo, Airolo

Adriano Dolfini, Corporazione Boggesi Piora, Quinto

Giorgio Guscelli, Corporazione Boggesi Piora, Quinto

Valerio Jelmini, sindaco di Quinto, Quinto

Enrico Krüsi, Funicolare Ritom, Quinto

Jean-Luc Loizeau, Institut F.A. Forel, Université de Genève

Joëlle Massy, DETA - Direction générale Nature et Paysage (DGNP),
Genève

Yves Nardini, 1213 Onex

Raffaele Peduzzi* (raffaele.peduzzi@cadagno.ch), Fondazione Centro
Biologia Alpina, Quinto - Airolo

Sandro Peduzzi, Ufficio dei corsi d'acqua, Repubblica e Cantone
Ticino, Bellinzona

Susanne Theodora Schmidt, Département des sciences de la Terre,
Université de Genève

Rodolphe Spichiger, Conservatoire et Jardin botaniques, Ville de
Genève

Mauro Tonolla, Laboratorio di Microbiologia Applicata (LMA-SUPSI),
Bellinzona

Walter Wildi* (Walter.Wildi@unige.ch), Institut F.A. Forel, Université
de Genève

* auteurs répondants / *contatto*

Traduzione Francese - Italiano: Enzo Nardini

© 2016: Fondazione Centro Biologia Alpina, Bellinzona, [http://
www.cadagno.ch](http://www.cadagno.ch)

Table des matières

Préface

1. Introduction

1.1 Le Val Piora et le Centre de biologie alpine (CBA)

1.2 Géologie et minéralogie

1.3 Hydrologie et hydrobiologie, les lacs Ritóm et Cadagno

1.4 Biologie: flore et faune

1.5 L'alpage de Piora

1.6. Evolution environnementale

2. Description des itinéraires

A. Le sentier didactique du Ritóm

B. De l'Alpe di Piora au Lago di Tom

C. De l'Alpe di Piora au Lago di Dentro

D. De l'Alpe di Piora à Fontalella, en passant par le Laghetto di Giübin

Préface

«Aucune autre vallée du Canton du Tessin ne jouit d'une telle renommée et attire autant de visiteurs que le Val Piora, qui fait maintenant partie des vallées élevées les plus connues d'Europe». C'est de cette façon que l'Encyclopédie géographique suisse présentait la région en 1905. En effet, de par sa géologie et une richesse minéralogique extraordinaires, ses anciens lacs glaciaires, une flore à forte diversité, et enfin ses magnifiques alpages, le Val Piora constitue un vrai paradis et une région de prédilection pour les recherches et excursions naturalistes. Mais c'est également un lieu de passage incontournable: à travers le Passo dell'Uomo, le Passo Columbe et le Passo del Sole, il est possible de rejoindre le Lukmanier; le Passo de Predelp communique avec la Leventina. Depuis le Val Cadlimo on rejoint le Col de l'Oberalp, en passant par le Passo Bornengo et, en passant par le Val Canaria, le Col du St Gothard.

Indice

Prefazione

1. Introduzione

1.1 Val Piora e Centro di biologia alpina (CBA)

1.2 Geologia e mineralogia

1.3 Idrologia e idrobiologia, i laghi Ritóm e Cadagno

1.4 Biologia: flora e fauna

1.5 L'Alpe di Piora

1.6 Evoluzione ambientale

2. Descrizione degli itinerari

A. Il sentiero didattico Lago Ritóm

B. Dall'Alpe di Piora al Lago di Tom

C. Dall'Alpe di Piora al Lago di Dentro

D. Dall'Alpe di Piora a Fontanella via Laghetto di Giübin

Prefazione

«Nessun'altra valle del Canton Ticino gode di tale rinomanza e attira più visitatori della Val Piora, che al giorno d'oggi fa parte delle alte valli più conosciute d'Europa». E' così che l'Enciclopedia geografica svizzera presentava la regione nel 1905. Difatti, grazie alla sua geologia e a una ricchezza mineralogica straordinarie, i suoi antichi laghi glaciali, una flora molto diversa, e infine ai suoi magnifici alpeggi, la Valle Piora costituisce un vero paradiso e una regione prediletta per le ricerche ed escursioni naturalistiche. Ma è pure un luogo di passaggio obbligato: attraverso il Passo dell'Uomo, il Passo Columbe ed il Passo del Sole, è possibile raggiungere il Lucomagno; il Passo Predelp e il Passo Forca comunicano con la Leventina. Dalla Val Cadlimo si raggiunge il Passo dell'Oberalp, attraverso il Passo Bornengo, e, passando dalla Val Canaria, il Passo del S. Gottardo.

Parmi les nombreuses publications qui concernent la région, on peut mentionner le guide d'excursion édité par l'Atlas hydrologique suisse et le livret publié à l'occasion de l'inauguration du Sentier didactique du Ritóm. Le guide nature et environnement présenté ici propose une information scientifique de base et des itinéraires qui incluent à la fois les itinéraires décrits par les deux guides susmentionnés et des sites complémentaires, se référant à la géologie et à la minéralogie. De nombreuses publications scientifiques sont énumérées dans les bibliographies et peuvent en partie être téléchargées sur le site internet www.cadagno.ch, du Centre de biologie alpine (Centro Biologia Alpina, CBA) à Piora. On incite ainsi le naturaliste à se référer à la littérature spécialisée pour approfondir ses connaissances et combler d'éventuelles lacunes. Ce guide comble ainsi un manque d'informations et de méta-informations en langue française.

1. Introduction

1.1 Le Val Piora et le Centre de biologie alpine (CBA)

Grande est la surprise, en dépassant le barrage de Ritóm, à la vue de l'étendue et de la variété du paysage qu'offre la vallée de Piora: le Lago di Ritóm, avec sa couleur turquoise, les pâturages fleuris, la forêt de mélèzes et d'arolles qui longe la pente orientée vers le nord, ne sont qu'un avant-goût de ce que réserve la vallée, avec ses 23 km² de superficie. Les charmants lacs et petits lacs, au nombre de 21 en incluant également ceux du Val Canaria, du Val Cadlimo et du Val Terme, les cours d'eau, les étangs et les précieuses tourbières: au-delà des nombreux divertissements offerts aux visiteurs, ils font de la région depuis le début du siècle dernier un lieu privilégié pour les études limnologiques, hydrobiologiques et géologiques. La flore offre grâce aux conditions climatiques particulières, à la richesse hydrique et géologique, une diversité qui ne se rencontre que rarement dans l'environnement alpin.

Tra le numerose pubblicazioni che concernono la regione, possiamo menzionare la guida di escursioni edita dall'Atlas idrologico svizzero (n. 5.1), e il libretto pubblicato in occasione dell'inaugurazione del Sentiero didattico Lago Ritóm. La guida natura e ambiente qui presentata propone un'informazione scientifica semplice e alcuni itinerari che includono parzialmente i due itinerari descritti dalle due guide qui sopra menzionate e alcuni siti complementari che fanno riferimento alla geologia e alla mineralogia. Numerose pubblicazioni scientifiche sono menzionate nelle bibliografie di cui alcune possono essere consultate sul sito internet www.cadagno.ch. Questa guida dovrebbe incitare anche ricercatori e visitatori a far riferimento alla letteratura specializzata per approfondire le proprie conoscenze e colmare eventuali lacune.

1. Introduzione

1.1 Val Piora e Centro di biologia alpina (CBA)

Una grande sorpresa ci attende quando, passando la diga del Lago Ritóm, si propone a noi il paesaggio esteso e variato che la Val Piora offre: il Lago Ritóm con il suo color turchino, i pascoli fioriti, la foresta di larici e di cembri che fiancheggia i pendii orientati a nord, sono solo un'anticipazione di quello che la valle ci riserva, con i suoi 23 km² di superficie. I 21 incantevoli laghi e laghetti (se si contano anche quelli delle Valli Canaria, Cadlimo e Termine), i corsi d'acqua, le paludi e le numerose torbiere. Oltre alle numerose attività ricreative offerte ai visitatori, esse fanno della regione, dal principio del secolo scorso, un luogo privilegiato per gli studi limnologici, idrobiologici e geologici. La flora offre, grazie a condizioni climatiche particolari, alla ricchezza idrica e geologica, una diversità che non si trova che raramente nell'ambiente alpino.

Figure 1: vue depuis l'ouest le long du synclinal de Piora: la tourbière « Cadagno di Fuori », le lac de Cadagno et l'alpage de Piora. A l'arrière-plan: de droite à gauche Pizzo Columbe, Pizzo dell'Uomo et Passo dell'Uomo.

Figura 1: vista da ovest lungo la sinclinale di Piora: la torbiera « Cadagno di Fuori », il Lago di Cadagno e l'Alpe di Piora. Sul fondo: da destra a sinistra: Pizzo Columbe, Pizzo dell'Uomo e Passo dell'Uomo.

Le Val Piora est une vallée alpine suspendue d'origine glaciaire qui s'étend d'est en ouest, entre le Col du St Gothard et le Col du Lukmanier. Il est enfermé entre les imposants sommets de la Punta Negra, du Pizzo Taneda, du Pizzo Corandoni et du Schenadüi (2747 m) au nord, avec le Pizzo dell'Uomo et les falaises blanches du Pizzo Columbe à l'est, la chaîne qui court du Col de la Forca au Pizzo del Sole (2773 m) au sud et avec le Camoghè, le Pizzo Tom et le Pizzo Stabbiello à ouest. Entre le Col Bornengo et le Piz Borel, entre le Val Canaria et le Val Cadlimo, on trouve la ligne de partage des eaux entre le bassin versant du Rhin et celui du Pô. Les zones humides sont nombreuses et particulièrement précieuses: La tourbière de «Cadagno di Fuori», qui figure à l'inventaire des tourbières d'importance nationale sous le n° 2663, est située à l'ouest du Lago di Cadagno. Il s'agit d'archives naturelles d'un grand intérêt pour ses particularités capables de fournir des informations fondamentales sur la dynamique des diverses espèces végétales (Zoller 1960). Les autres marécages d'importance nationale sont ceux de Cadagno di Dentro (objet n° 2659), Pinett-Ritóm (objet n° 2666) et Passo dell'Uomo (objet n° 2654).

Grâce à la pratique de l'alpage, la main de l'homme a contribué à imprégner le charme de la vallée: prairies et pâturages non exploités contribuent, à long terme, à la dégradation du manteau herbeux. L'alpage de Piora, avec une superficie de 3500 hectares, dont 1000 hectares sont constitués de pâtures productifs, constitue le plus vaste alpage du Canton du Tessin et appartient, de par un droit ancien, à la Corporation des Boggesi. La fromagerie de l'alpage, complètement rénovée en 2005, produit chaque année en moyenne 3000 meules (23'000 kg) de l'exquis fromage d'alpage de «Piora», dont le goût unique est dû à la qualité du pâturage, riche en herbes aromatiques.



Piora è una valle alpina sospesa di origine glaciale che si estende da est a ovest, tra il passo del San Gottardo e quello del Lucomagno. E' racchiusa tra le cime imponenti della Punta Negra, del Pizzo Taneda, del Pizzo Corandoni e dello Schenadüi (2747 m) a nord, con il Pizzo dell'Uomo e le pareti bianche del Pizzo Columbe a est, la catena che va dal Passo Forca al Pizzo del Sole (2773 m) a sud e con Camoghè, Pizzo Tom e Pizzo Stabbiello a ovest. Tra il Passo Bornengo e il Piz Borel, tra la Val Canaria e la Val Cadlimo, si trova la linea di spartimento delle acque tra il bacino idrografico del Reno e quelle del Po. Le zone umide sono numerose e particolarmente preziose. La torbiera di «Cadagno di Fuori», che figura nell'inventario delle torbiere d'importanza nazionale sotto il n° 2663, è situata a ovest del Lago di Cadagno. Si tratta di un archivio naturale di notevole interesse dovuto alle sue particolarità che forniscono informazioni fondamentali sulla dinamica delle varie specie vegetali (Zoller 1960). Le altre paludi d'importanza nazionale sono quelle di Cadagno di Dentro (oggetto n° 2659), Pinett-Ritóm (oggetto n° 2666) e Passo dell'Uomo (oggetto n° 2654). Grazie alla pratica del pascolo, la mano dell'uomo ha contribuito a impregnare il fascino della valle: le praterie e i pascoli lasciati a se stessi contribuiscono, a lungo termine, alla degradazione del tappeto erboso. L'Alpe di Piora, con i suoi 3500 ettari, di cui 1000 di pascoli produttivi, costituisce l'alpe più vasto del Canton Ticino e appartiene per antico diritto alla Corporazione dei Boggesi. Il caseificio dell'alpe, interamente rinnovato nel 2005, produce in media circa 3000 forme (23'000 kg) di squisito formaggio d'alpe «Piora», il cui gusto unico è dovuto alla qualità dei pascoli, ricchi di erbe aromatiche.

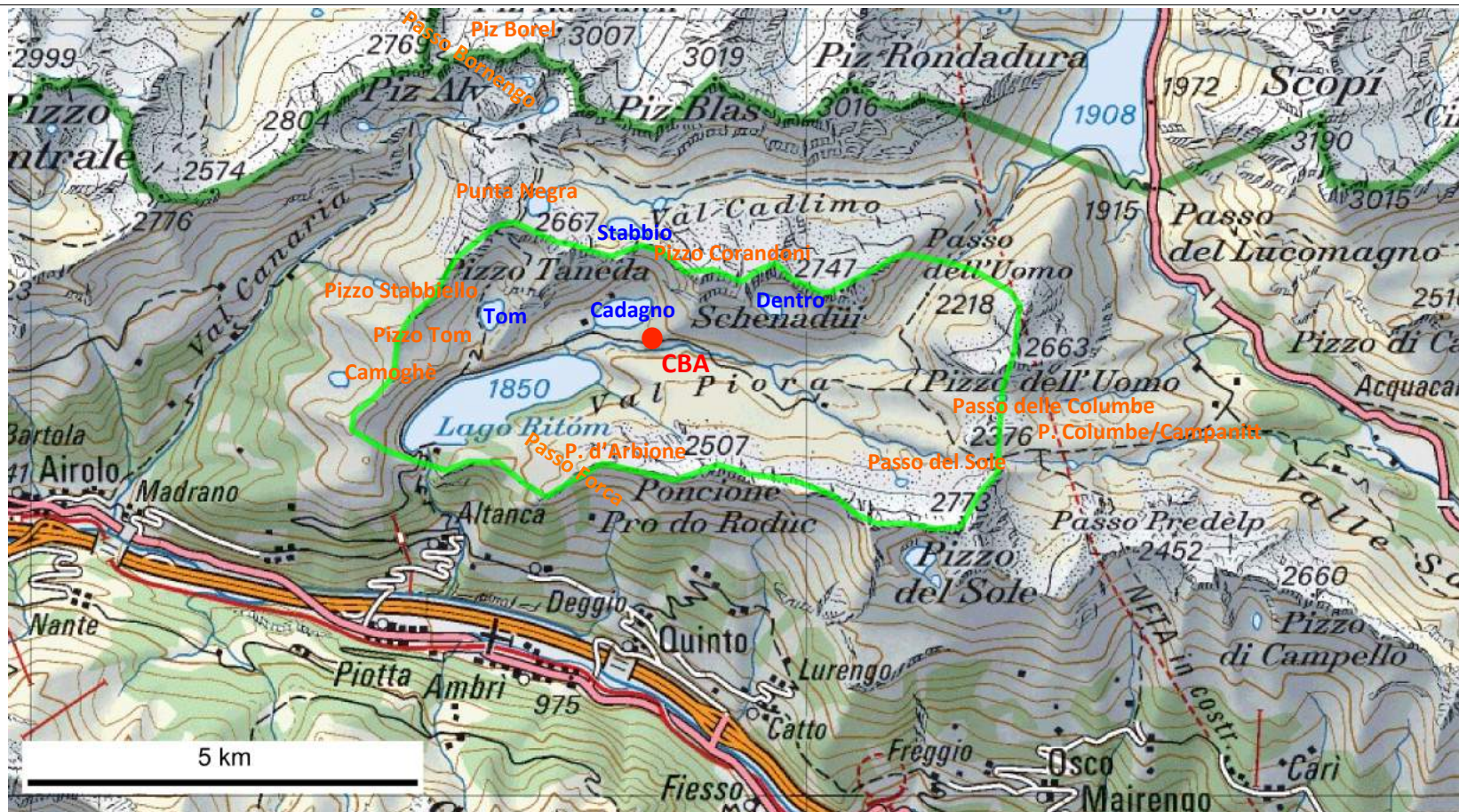
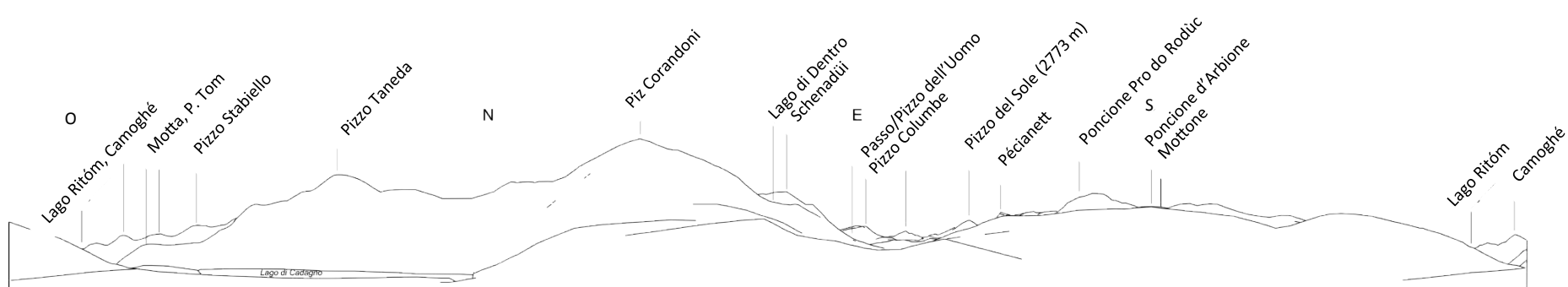


Figure 2: panorama 360° depuis le Centre de Biologie Alpine (CBA) et géographie du Val Piora (ligne verte); reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA15003).

Figura 2: panorama a 360° dal Centro di Biologia Alpina (CBA) e geografia della Val Piora (linea verde). Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003).

Le Centre de biologie alpine (CBA)

Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, la région du Val Piora a été le théâtre de nombreux travaux scientifiques fondamentaux concernant l'environnement alpin. À partir de 1980, la reprise des activités de recherche, centrées principalement sur le Lago di Cadagno, a fourni l'impulsion pour la création d'un centre de recherche destiné à recevoir des spécialistes et des instituts académiques. Cette infrastructure fortement demandée par l'Etat dans l'optique «de stimuler une collaboration concrète entre le Canton du Tessin et les universités suisses» (message 1989), a été officiellement inaugurée en 1994, avec le soutien des Universités de Genève et de Zürich.

Pour la réalisation du Centre, la Corporation des Boggesi de Piora a mis à disposition pour une durée de 50 ans deux édifices ruraux du XVI^e siècle, des «barcs», sous condition de les rénover pour des activités didactiques et de recherche scientifique. Cette restauration a été en partie subventionnée par la Confédération par la procédure pour les monuments historiques dignes de protection. La structure totale, d'une superficie utile de 800 m², reçoit alors trois laboratoires équipés, une salle de cours de 26 places, deux réfectoires, une bibliothèque/archive. Elle a une capacité d'accueil de 65 places, y compris les locaux dans le bâtiment abritant également les étables de l'alpage.

Actuellement, le centre comptabilise en moyenne environ 2300 nuitées et 3000 visiteurs de la mi-juin à fin septembre. L'activité principale est de type académique, suivie de séjours didactiques du niveau moyen et moyen-supérieur et d'autres cours non universitaires. L'augmentation continue de la fréquentation par un public plus large désirant visiter le centre, indique un intérêt croissant pour les sciences naturelles et environnementales. Cette tendance concorde avec les objectifs de la Fondation du CBA qui cite dans ses statuts, outre la recherche et l'enseignement universitaire, la promotion d'«activités de divulgation et autres tâches d'utilité publique» soutenues par des activités de recherche. Afin d'améliorer cette fonction, il est prévu de créer un centre d'accueil permanent, afin d'aider le personnel scientifique du centre dans l'enseignement et de fournir, à travers des expositions permanentes, les éléments essentiels pour comprendre et interpréter la région et soutenir de façon plus générale l'enseignement concernant l'environnement alpin.

Il Centro di biologia alpina (CBA)

Dalla fine del XIX secolo, la regione della Val Piora è stata soggetto di numerosi lavori scientifici fondamentali concernenti l'ambiente alpino. Dal 1980 poi, la ripresa delle attività di ricerca, centrate principalmente sul Lago di Cadagno, ha fornito l'impulso per la creazione di un Centro di ricerca destinato ad accogliere specialisti e istituti accademici. Questa infrastruttura fortemente voluta dallo Stato nell'ottica di "stimolare una collaborazione concreta tra Canton Ticino e università sviz-zere" (Messaggio al Gran Consiglio del 1989) è stata inaugurata ufficialmente nel 1994, con il sostegno delle Università di Ginevra e Zurigo.

Per realizzare il Centro, la Corporazione dei Boggesi di Piora ha messo a disposizione per un periodo di 50 anni due edifici rurali del XVI secolo, "barc" a condizione però di rinnovarli per attività didattiche e ricerche scientifiche. Il restauro è stato sovvenzionato in parte dalla Confederazione sotto la tutela dei monumenti storici degni di protezione. La struttura complessiva, che presenta una superficie utile di 800 m², può accogliere tre laboratori completamente equipaggiati, un'aula di 26 posti, due refettori, una biblioteca/archivio, 65 posti letto, compresi i locali nell'edificio dove si trovano anche le stalle dell'alpe.

Attualmente il Centro conta in media circa 2300 pernottamenti e 3000 visitatori tra metà giugno e fine settembre. L'attività principale è di tipo accademico, seguita dai soggiorni didattici di livello medio e medio superiore e da altri corsi non universitari. La frequentazione di un pubblico più largo, che desidera visitare il Centro, è in continuo aumento, il che indica un interesse crescente per le scienze naturali e ambientali. Questa tendenza concorda con gli obiettivi della Fondazione che cita nei suoi statuti, oltre alla ricerca e all'insegnamento universitario, la promozione di "attività di divulgazione e altri compiti di utilità pubblica" sostenute da attività di ricerca. Al fine di migliorare questa funzione è previsto di creare un centro di accoglienza permanente per aiutare il personale scientifico del Centro nell'insegnamento e di mettere a disposizione, grazie ad esposizioni permanenti, gli elementi essenziali per capire e interpretare la regione e sostenere in maniera più generale l'insegnamento sull'ambiente alpino.

Bibliographie / Bibliografia



Figure 3a, b: travail de terrain et de laboratoire **(a)** dans le marais de Cadagno di Fuori et **(b)** dans le laboratoire du Centre de biologie alpine à Piora.

Figure 3a, b: lavoro sul campo e in laboratorio, **(a)** nella palude di Cadagno di Fuori e **(b)** nel laboratorio del Centro di biologia alpina a Piora.

- AA.VV. 2009: Sentiero didattico Lago Ritóm, © Funicolare Ritóm SA.
- Auguadri, A., Lucchini, G., Riva, A. & Testa, E. 1987: Funghi e boschi del Cantone Ticino vol. 4, ed. Credito Svizzero.
- Cotti, G., Felber M., Fossati, A., Lucchini, G., Steiger, E. & Zanon P.L. 1990: Introduzione al paesaggio naturale del Cantone Ticino, 1. Le componenti naturali, Dipartimento dell'Ambiente.
- Docenti S.E Viganello 1998: La regione del San Gottardo. Val Piora, Val Lucendo, Val Canaria, Istituto cantonale batteriosierologico, Centro didattico cantonale.
- Knoll-Heitz, F. 1987: Piora: concetto per la conservazione di un paesaggio, WWS Sezione Svizzera italiana.
- Peduzzi, R. 1993: Il nuovo Centro di Biologia Alpina di Piora, Memorie Società ticinese di scienze naturali, 4, 25-31.
- Peduzzi, R. 2003: Storia e bilancio del Centro di Biologia Alpina di Piora, Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali-91, 71-80.
- Peduzzi, R., Demarta, A., Peduzzi, S. & Tonolla M. 2006: Il Centro Biologia Alpina di Piora (CBA), Rivista Dati, statistiche e società, n. 2, 143-152.
- Peduzzi, R. & Bianconi, F. 2012: Biodiversità della val Piora. Risultati e prospettive delle Giornate della biodiversità. L'apporto di Piora alla storia delle scienze. Parte I - Storia della ricerca biologica e limnologica, Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale – vol. 11, 13-19.
- Peduzzi, S. (2011): La forza idrica Val Piora-Piotta, Atlante idrologico della Svizzera, Berna

1.2 Géologie et minéralogie

Le Val Piora se situe au sein du bâti des nappes des Alpes Centrales. Ici, des formations de roches enfouies en profondeur et transformées par la chaleur et la pression à l'occasion du plissement alpin ont été remontées en surface et exposées par l'érosion (fig. 4).

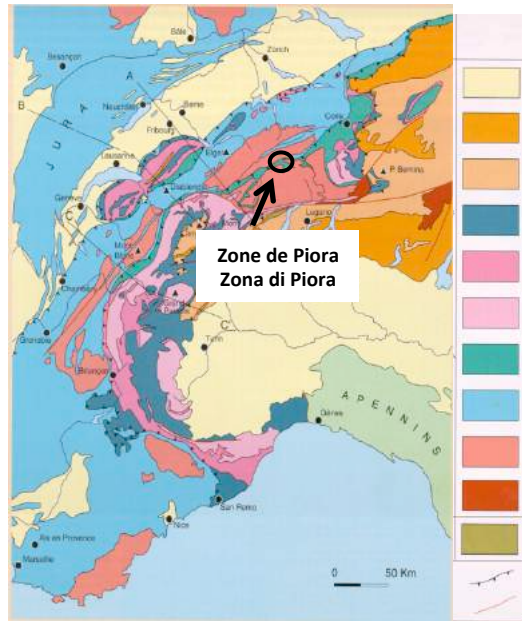


Figure 4: carte géologique simplifiée des Alpes Centrales et Occidentales (Marthaler 2001, simplifiée); localisation schématique de la zone de Piora (© LEP Loisirs et Pédagogie SA, 2001).

Dans le transect de Piora on observe, du nord au sud, trois ensembles géologiques différents (fig. 5) :

- Au nord, la vallée est délimitée par la **Nappe du St Gothard**, constituée de roches cristallines anciennes, principalement des gneiss, des granites et des micaschistes. Sur les flancs du Val Piora on rencontre en premier lieu des micaschistes et gneiss à hornblende et grenat (Séries de la Tremola), des gneiss à deux micas et des amphibolites (Krige 1913-1916, Bianconi et al. 2014).

1.2 Geologia e mineralogia

La Val Piora è situata in seno alla serie di falde di ricoprimento delle Alpi Centrali. Dove delle formazioni di rocce sepolte in profondità e trasformate dal calore e dalla pressione in occasione del corrugamento e del relativo metamorfismo alpino sono state riportate in superficie ed esposte dall'erosione (fig. 4).

Unités géologiques majeures	Unità geologiche principali
Bassins d'avant-pays, Molasse du Plateau suisse	Bacini di avansfossa, bacino della Molassa
Nappes Austroalpines et Sudalpin: Couvertures sédimentaires (haut) et socles cristallins (en bas)	Alpi meridionali e Austroalpino, sedimenti della copertura Alpi meridionali e Austroalpino, basamento cristallino
Nappes du Pennique supérieur, sédiments océaniques et Ophiolites, Jurassique – Crétacé	Pennidico superiore, sedimenti oceanici e ofioliti, Giurassico – Cretaceo
Nappes du Pennique moyen: Couvertures sédimentaires (haut) et socles cristallins continentaux (en bas)	Pennidico medio, sedimenti della copertura Pennidico medio, basamento cristallino
Nappes du Pennique supérieur, sédiments océaniques et Ophiolites, Crétacé - Tertiaire	Pennidico superiore, sedimenti oceanici e ofioliti, Cretaceo – Terziario
Nappes Helvétiques (couverture sédimentaire de l'Europe)	Elevetico: sedimenti della copertura europea
Massifs externes, socle européen	Massicci esterni, basamento europeo
Granites intrusifs de l'orogène alpin	Intrusioni acide alpine, post-collisionali
Péridotite du manteau terrestre	Peridotiti di mantello della terra
Principaux chevauchements	Faglia tettonica, sovrascorrimento
Failles majeures	Faglia tettonica principale

Figura 4: carta geologica semplificata delle Alpi Centrali ed Occidentali (Marthaler 2001), localizzazione schematica della Zona di Piora (© LEP Loisirs et Pédagogie SA, 2001).

Nel profilo di Piora si osservano, da nord a sud, tre complessi geologici differenti (fig. 5) :

- A nord, la valle è delimitata dalla **Falda di ricoprimento Gottardo**, costituita da antiche rocce cristalline, principalmente gneiss, graniti e micascisti. Sui fianchi della Val Piora affiorano in primo luogo micascisti e gneiss con orneblenda e granato (Serie della Tremola), gneiss a due miche (muscovite e biotite) e anfiboliti (Krige 1913-1916, Bianconi et al. 2014).

- Le centre de la vallée est occupé par les roches métamorphiques d'origine sédimentaire datant de la période du Trias et du Jurassique de la **Zone de Piora** (ou : «Synclinal de Piora») qui s'étend à l'est jusqu'au Lukmanier et à l'ouest jusqu'à la Novena (Nufenen). Dans cette zone les formations englobent:
 - Des marbres quartzitiques et des schistes à séricite, biotite, grenat et staurotide: Formation de Stgir (Jurassique inférieur).
 - Des schistes micacés, à intercalations de quartzites et de dolomies, comportant localement grenat, hornblende, staurotide et disthène: Formation de Quarten (Trias supérieur).
 - Des marbres dolomitiques blancs ou beiges, saccharoïdes (p.p. transformés en calcite), parfois bréchiques et vacuolaires, riches en séricite: Formation de Röti (Trias moyen).

La différence de couleur entre les roches de couleur blanche de la Zone de Piora et la couleur grise de la Nappe du St Gothard permet d'établir avec exactitude la limite septentrionale de la Zone de Piora. A l'est du Val Piora, le relief du Pizzo Columbe (en dialecte: Campanitt / clochers) ressort du paysage par ses sommets sous forme de flèches blanches; il s'agit du plus important relief dolomitique du nord du Tessin (fig. 1 et 2).

- Au sud, la **Nappe du Lukmanier** fait partie des Nappes Penniques; elle est composée d'une grande variété de roches siliceuses, essentiellement des gneiss et des micaschistes, mais également des amphibolites, etc. Sur la fig. 5 on distingue sur les flancs de la vallée:
 - Des quartzites à séricite: Formation de Mels (Permo-Trias).
 - Des schistes et paragneiss à deux micas, p.p. à grenat, staurotide et disthène (Paléozoïque).
 - Des gneiss granitiques porphyriques, p.p. fortement schistosés.

La structure géologique actuelle est le résultat de la formation des Alpes (de l'orogénèse alpine), pendant laquelle les roches ont été transformées en roches métamorphiques il y a env. 35 millions d'années, suite aux conditions de température et de pression élevées au sein de la croûte terrestre. Le cortège des minéraux issus de cette transformation, avec en

- *Il centro della valle è occupato da rocce metamorfiche di origine sedimentaria datanti del Triassico e del Giurassico delle **Zone di Piora, della Nufenen e dello Scopi**, che vanno a est fino al Lucomagno ed a ovest fino alla Novena (Nufenen). In questa zona le formazioni comprendono:*
 - *Micascisto calcarifero, marmo a sericite ricco in quarzo, fillade a granato, scisto micaceo con distene: Formazione di Stgir (Primo Giurassico).*
 - *Micascisto, p.p. alternante con dolomia e quarzite, localmente con granato, orneblende, staurolite e distene: Formazione di Quarten (Tardo Triassico).*
 - *Marmo dolomitico, dolomia saccharoide e dolomia brecciata: Formazione di Röti (Triassico Medio).*
 - *Quarzite Formazione di Mels (Primo Triassico)*

La differenza di colore tra le rocce di color bianco della Zona di Piora e il color grigio della Falda di ricoprimento Gottardo permette di stabilire con esattezza il limite settentrionale della Zona di Piora. A est della Val Piora, il rilievo del Pizzo Columbe (in dialetto: Campanitt, ossia campanili) risalta sul paesaggio con le sue cime a forma di frecce bianche: si tratta del rilievo dolomitico più importante del Ticino settentrionale (fig. 1 e 2).

- *A sud, la **Falda di ricoprimento Lucomagno** fa parte delle falde Pennidiche: essa è composta di una grande varietà di rocce silicee essenzialmente gneiss e micascisti, ma anche anfiboliti, ecc. Sulla fig. 5 si distinguono sui fianchi della valle:*
 - *Quarzite a sericite, da tabulare a intensamente scistosa: Formazione di Mels (Permo-Triassico).*
 - *Gneiss granitico, porfirico, p.p. fortemente scistoso (Carbonifero - Permiano)*
 - *Scisto fino a gneiss a due miche, da leucocratico a mesocratico (Paleozoico).*

La struttura geologica attuale è il risultato della formazione delle Alpi (dell'orogenesi alpina), durante la quale le rocce sono state trasformate in rocce metamorfiche circa 35 milioni di anni fa, in seguito alle condizioni di temperature e pressioni elevate all'interno della crosta terrestre. La lista delle rocce derivanti da questa trasformazione, con in particolare granati, anfiboli, staurolite e distene, hanno fatto della Zona di Piora, a partire dal XVIII secolo un'area frequentata da geologi e mineralogisti.

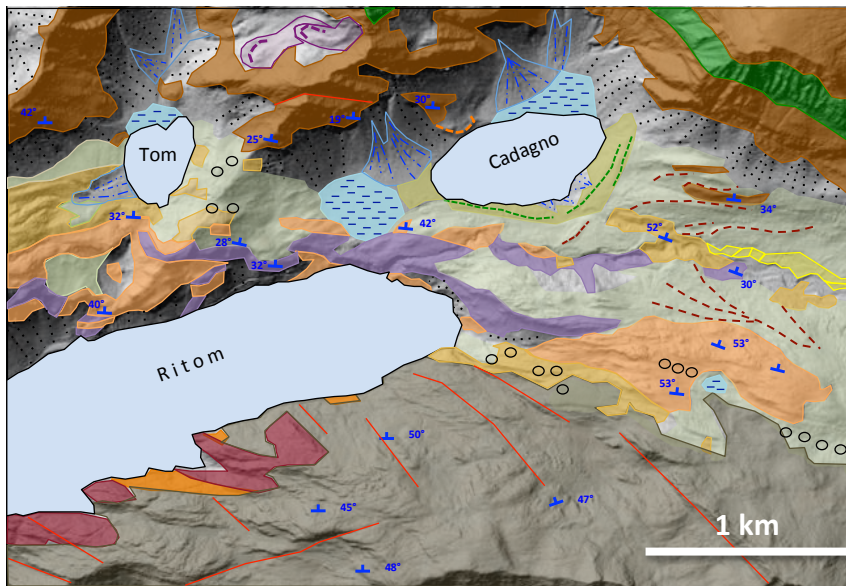


Figure 5: modèle géologique du Val Piora. Relief reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA15003), géologie: simplifié d'après Bianconi et al. (2014), sans limites tectoniques .

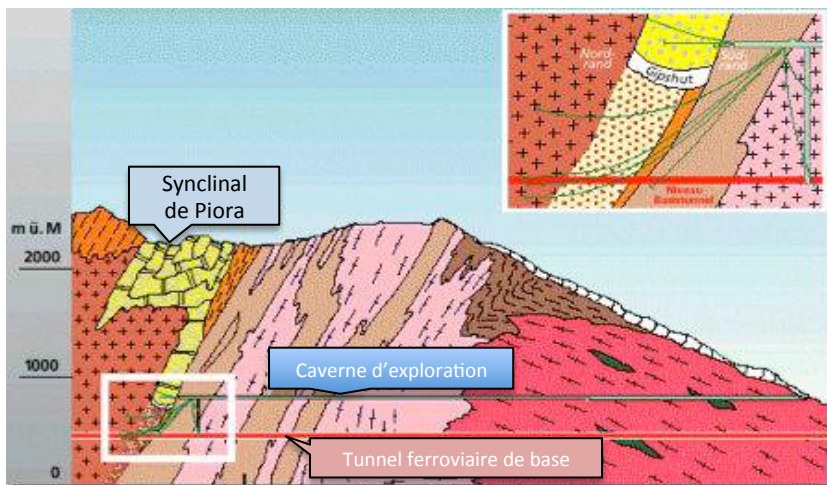


Figure 6: coupe géologique du synclinal de Piora à hauteur du tunnel de base du St. Gotthard (référence: brochure Alptransit). **Figura 6:** sezione geologica della Zona di Piora all'altezza della galleria di base del Gottardo (rif: opuscolo Alptransit).

Nappe du St-Gothard

- Micaschistes et gneiss à hornblende et grenat (séries de la Tremola), gneiss à deux micas
- Amphibolites

Zone de Piora

- Marbres quartzitiques, schistes à séricite, biotite, grenat et staurolite: Formation de Stgir, Jurassique inférieur
- Schistes micacés, à intercalations de quartzites et de dolomies; localement grenat, hornblende, staurolite et disthène: Formation de Quarten, Trias supérieur
- Marbres dolomitiques blanc ou beige, saccharoïde (p.p. transformé en calcite), p.p. bréchique et vacuolaire, riche en séricite: Formation de Rötli, Trias moyen

Nappe du Lucomagno

- Quartzites à séricite: Formation de Mels, Permo-Trias
- Schistes et paragneiss à deux micas, p.p. à grenat, staurolite et disthène, Paléozoïque
- Gneiss granitique porphyrique, p.p. fortement schistosé, Carbonifère – Permien

- Terrasses fluviales tardi- et post-glaciaires
- Marais et zone temporairement inondée (Laghetto di Giubín)
- Doline ou groupe de dolines
- Cône de dépôts de pente, éboulis, avalanches
- Voile de dépôts de pente, éboulis p.s.: les dépôts de pente mélangés à du matériel morainique ne portent pas de signature
- Cône déjection, dépôts torrentiels, laves torrentielles, p.p. avalanches
- Ancien glacier rocheux
- Moraine tardi-glaciaire (Dryas III?), vallum
- Moraine glaciaire (Würm), vallum

Figura 5: modello geologico della Val Piora. Rilievo: Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003), geologia: semplificata da Bianconi et al. (2014), senza limiti tettonici.

Falda di ricoprimento Gottardo

- Micasisti e gneiss con orneblenda e granato (Serie della Tremola), gneiss a due miche
- Anfiboliti

Zona di Piora

- Micasisto calcarifero, marmo a sericite ricco in quarzo, fillade a granato, scisto micaceo con distene: Formazione di Stgir (Primo Giurassico)
- Micasisto, p.p. alternante con dolomia e quarzite, localmente con granato, orneblenda, staurolite e distene: Formazione di Quarten (Tardo Triassico)
- Marmo dolomitico, dolomia saccharoide e dolomia brecciata: Formazione di Rötli (Triassico Medio)

Falda di ricoprimento Lucomagno

- Quarzite a sericite, da tabulare a intensamente scistosa: Formazione di Mels (Permo-Triassico)
- Scisto fin a gneiss a due miche, da leucocratico a mesocratico (Paleozoico)
- Gneiss granitico, porfirico, p.p. fortemente scistoso (Carbonifero - Permiano)

- Deposito alluvionale, tardi glaciale - recente
- Palude, Laghetto di Giubín
- Dolina, gruppo di doline
- Conoide di detrito
- Falda di detrito
- Conoide misto: detritici di deiezione, di versante, di valanga et di colata torrentizia
- Guiacciaio roccioso fossile
- Deposito tardi-glaciale, Dryas III, cordone morenico
- Deposito glaciale dell'Ultima glaciazione, cordone morenico

particulier des grenats, des amphiboles, de la staurotide et du disthène, ont fait de la Zone de Piora, depuis le XVIIIème siècle, un lieu de pèlerinage des géologues et minéralogistes.

Le relief a été modelé au cours des glaciations du Pléistocène, lorsque d'imposants glaciers recouvraient la Levantine et l'ensemble des massifs alpins. Un bras du glacier du Lukmanier et de petits glaciers locaux occupaient le Val Piora. Le retrait des glaciers, après le dernier maximum glaciaire il y a 20'000 ans, et le retour du froid pendant la période du Dryas (env. 12'700 à 11'800 avant le présent) ont laissé apparaître les nombreux lacs et petits lacs de la région, soit creusés dans le rocher par les glaciers, soit retenus par les cordons morainiques qui forment des barrages naturels, comme par exemple ceux du Lago di Cadagno, Lago di Tom, Lago di Dentro et le Ritóm avant la construction du barrage.

Le «Synclinal de Piora» a reçu un intérêt particulier à l'occasion de la planification et du percement du tunnel ferroviaire de base dans la transversale du Gotthard («Alp Transit»). En effet, géologues et ingénieurs craignaient alors la traversée de la zone de dolomies du synclinal (fig. 6) et se posaient notamment la question de savoir si ces roches allaient se retrouver sous la forme de dolomies saccharoïdes et de «cornieules» sur le tracé du tunnel comme c'est le cas en surface, ou alors dans leur forme lithologique solide, ce qui fût finalement le cas.

Un phénomène rare pour les Alpes Centrales est celui du karst (fig. 7), lié à la couche de dolomie (du gypse en profondeur?) du centre de la Zone de Piora : ces roches permettent en effet à l'eau météorique de s'infiltrer et de creuser progressivement des cavités le long des discontinuités et cassures tectoniques naturellement présentes dans le terrain, en formant un réseau de cavernes et conduits souterrains. Les évidences morphologiques sont les nombreuses dolines de forme circulaire, bien visibles dans la vallée et sur ses versants (fig.5 et 7).

Figure 7: karst, grande doline dans la zone carbonatée de Calderoni di Piora (coordonnées: 699 520/155 390).

Figura 7: grande dolina nella zona carbonatica dei Calderoni di Piora (coordinate: 699 520/155 390).

Il rilievo della Val Piora è stato modellato nel corso delle glaciazioni del Pleistocene, quando imponenti ghiacciai ricoprivano la Levantina e l'insieme dei massicci alpini. Il ritiro dei ghiacciai, dopo l'ultimo massimo glaciale 20.000 anni fa, ha fatto apparire i numerosi laghi e laghetti della regione, sia scavati nelle rocce dai ghiacciai, sia bloccati dai cordoni morenici che formano altrettante dighe naturali, come ad esempio quelle dei laghi di Cadagno, dell'Isra e del Ritóm, prima della costruzione della diga.

La Zona (o "Sinclinale") di Piora ha sollevato un interesse particolare in occasione della progettazione e del traforo della galleria ferroviaria di base nella trasversale del Gottardo («Alp Transit»). In effetti, geologi e ingegneri temevano allora la traversata della zona di dolomie della sinclinale (fig. 6) e si domandavano particolarmente se le rocce si sarebbero presentate sotto forma di dolomie saccharoidi con acqua nel tracciato della galleria come è il caso in superficie, oppure sotto la loro forma litologica solida, come fu proprio il caso.. La fig. 6 rappresenta una sezione geologica della Zona di Piora, all'altezza della galleria di base del Gottardo.

Un fenomeno raro nelle Alpi Centrali è quello del carsismo (fig. 7), legato allo strato di dolomie del centro della Zona di Piora: queste rocce carbonatiche permettono infatti all'acqua meteorica di infiltrarsi e di scavare progressivamente delle cavità lungo le discontinuità e fratture tettoniche presenti naturalmente nel terreno, formando una rete di caverne e condotte sotterranee. Le evidenze morfologiche si presentano sottoforma di numerose doline di forma circolare, ben visibili nella valle e sui suoi versanti (fig. 5 e 7).



Roches et minéraux du synclinal de Piora

Les roches les plus fréquentes, les plus typiques et les plus faciles à reconnaître sont décrites ici avec des photos d’affleurement, la description au microscope en lame mince et la composition chimique. Toutes les roches de la zone de Piora ont subi au cours du plissement alpin des températures d’environ 500 °C. Elles ont alors été métamorphisées (transformées) et de nouveaux minéraux se sont formés en fonction de la composition chimique des roches. A titre d’exemple, seules dans des roches contenant de la silice (SiO_2) des minéraux tels que le grenat, la staurotite et la disthène ont pu se former. La composition de la roche influence également la composition et donc la fertilité du sol (voir chapitre suivant «Les sols»).

Roches de la Nappe du St. Gothard

La Nappe du St. Gothard représente un ancien socle continental et a vécu de nombreux événements géologiques au cours de l’histoire de la Terre. On distingue le socle ancien continental avec des gneiss et des roches d’origine sédimentaire qui recouvrent le socle. Le roche la plus ancienne, dénommée Gneiss de Scorescia - provient de la transformation d’un granite daté d’env. 410 Mio d’années (orogénèse «calédonienne»). Une deuxième phase magmatique (c.a.d de formation de granites) est lié à l’orogénèse dite «varisque» d’il y a env. 300 Mio d’années. Des événements métamorphiques sont datés de 460-470 Mio et 300 Mio d’années.

L’orogénèse alpine avec un métamorphisme datant d’il y a env. 19 Mio d’années termine cette histoire des transformations minérales.

Deux lithologies sont particulièrement intéressantes: Les schistes à hornblende en gerbes avec ou sans grenat (fig. 8), et un gneiss oeilé (fig. 9). Les schistes à hornblende en gerbes et à grenat montrent de longs cristaux d’hornblende et de grands cristaux de grenat macroscopiquement visible dans une matrice fine de muscovite, biotite, quartz et feldspath. Ces roches ont des teneurs en SiO_2 et Al_2O_3 élevées; elles sont probablement d’origine sédimentaire.

Rocce e minerali della sinclinale di Piora

Le rocce più frequenti, più tipiche e più facili da riconoscere sono qui descritte accompagnate dalle foto di affioramenti, la descrizione di lame fini osservate al microscopio e la composizione chimica. Tutte le rocce della zona di Piora hanno subito, nel corso del corrugamento alpino, temperature attorno ai 500 °C. Sono quindi state metamorfizzate (trasformate) e nuovi minerali si sono formati secondo la composizione chimica delle rocce. Ad esempio, tra le rocce contenenti silicio (SiO_2), solo minerali quali il granato, la staurolite e il distene si sono potuti formare. La composizione della roccia influenza pure la composizione e quindi la fertilità del suolo (vedi capitolo seguente “I suoli”).

Rocce della falda del S. Gottardo

La falda del S. Gottardo rappresenta un antico zoccolo continentale e ha subito numerosi avvenimenti geologici nel corso della storia della Terra. Si distingue l’antico zoccolo continentale composto da rocce di origine sedimentare che ricoprono lo zoccolo. La roccia più antica, chiamata Gneiss di Scorescia, trova la sua origine nella trasformazione di un granito datato di circa 410 Mio d’anni (orogenesi “caledoniana”). Una seconda fase magmatica (cioè di trasformazione di graniti) è legata all’orogenesi detta “varisca” datata di circa 300 Mio d’anni. Altri avvenimenti metamorfici sono datati di 460-470 Mio e 300 Mio d’anni.

L’orogenesi alpina, con un metamorfismo che data di circa 19 Mio d’anni, mette un punto finale alle trasformazioni minerali.

Due litologie sono particolarmente interessanti: Gli scisti a orneblenda a covoni con o senza granato (fig. 8), e uno gneiss occhadini (fig. 9). Gli scisti a orneblenda e granato mostrano lunghi cristalli di orneblenda e grandi cristalli di granato macroscopicamente visibili in una matrice di muscovite, biotite, quarzo e feldspato. Queste rocce hanno un elevato contenuto di SiO_2 e Al_2O_3 ; sono probabilmente di origine sedimentaria.

La roche fig. 8 est un schiste à hornblende en gerbes et grenat (“Hornblendegarben-schiefer”). La lithologie fig. 9 est chimiquement proche de la lithologie précédente, mais avec de l’actinote en étoiles en tant que variété d’amphibole et de la muscovite (mica blanc). Le spécimen illustré a été récolté sur le cône de déjection au nord-ouest du hameau de Cadagno (coordonnées 696 825/156 172, voir aussi la station d’observation B6 de l’excursion B ci-après). La muscovite s’altère plus facilement que l’amphibole qui forme des reliefs positifs à la surface. Cette roche était d’origine sédimentaire, avant la transformation par métamorphisme.



Oxides	wt%
SiO ₂	61.4
Al ₂ O ₃	18.3
Fe ₂ O ₃	8.7
MgO	2.2
CaO	2.4
Na ₂ O	1.7
K ₂ O	2.2
Perte au feu	1.9



Figure 9: schiste à actinote en gerbes et muscovite (dans la matrice). Echantillon exposé dans la vitrine du CBA.

Figure 9: scisto a actinolite a covoni e muscovite (nella matrice). Campione esposto nella vetrina del CBA.

Les roches qui représentent l’ancien socle continental sont des gneiss ocellés, avec ou sans grenat. Ils témoignent de l’histoire magmatique de la Nappe du St. Gothard (fig. 10). A l’ouest du Lago di Dentro on observe des pegmatites (roches d’origine granitique à gros cristaux) contenant de petits cristaux de tourmaline, du quartz, du feldspath et du mica (fig. 10).

La roccia fig. 8 è un scisto a orneblenda a covoni e granato (“Hornblendegarben-schiefer”). La litologia fig. 9 è chimicamente vicina alla litologia precedente, però con dell’actinolite a stella come varietà di anfibolo e con muscovite (mica bianca). Lo specimen illustrato è stato raccolto sul cono di deiezione a nord-ovest del nucleo di Cadagno (coordinate 696 825/156 172, vedi anche la stazione di osservazione B6 dell’escursione B che segue). La muscovite si altera più facilmente dell’anfibolo che forma rilievi positivi in superficie. Questa roccia era di origine sedimentare, prima della trasformazione per metamorfismo.

<- Figure 8: schiste à hornblende en gerbes et grenat (“Hornblendegarben-schiefer”) de la Nappe du St. Gothard (coordonnées 694 356/156 460). Un échantillon similaire est exposé dans la vitrine du CBA.

<- Figura 8: scisto a orneblenda a covoni e granato (“Hornblendegarben-schiefer”) della Falda del S. Gottardo (coordinate 694 356/156 460). Un campione simile è esposto nella vetrina del CBA. (Perte au feu = perdita al fuoco, LOI).



Figure 10a: gneiss ocellé du socle du Massif St Gothard (coordonnées 699 262/156 317) et **b:** orthogneiss (granite métamorphisé) avec un filon de pegmatite (à droite; coordonnées 699 258/156 850).

Figura 10a: gneiss occhadini dello zoccolo del Massiccio del S. Gottardo (coordinate 699 262/156 317), **b:** ortogneiss (granito metamorfizzato) con un filone di pegmatite (a destra: coordinate 699 258/156 850).

Le rocce che rappresentano l’antico zoccolo continentale sono degli gneiss occhadini con o senza granati. Essi testimoniano della storia magmatica della falda del S. Gottardo (fig. 10). A ovest del Lago di Dentro si osservano delle pegmatite (rocce di origine granitica con grossi cristalli) contenenti piccoli cristalli di tormalina, quarzo, feldspato e mica (fig. 10).

La composition des gneiss peut être très variable. Le protolithe (ou: la roche de départ, avant la transformation métamorphique) peut être d'origine magmatique, métamorphique ou sédimentaire. Si le protolithe était un granite, avec de gros cristaux de feldspaths, il a pu se transformer en un gneiss oeilé pendant un événement métamorphique. On appelle ce gneiss un orthogneiss. Un gneiss d'origine sédimentaire, p.ex., provenant d'un grès, est appelé paragneiss. La détermination des teneurs en éléments traces (Ba, Barium, Sr, Strontium) et en terres rares comme les éléments Eu (Europium), La (Lanthane), Ce (Cérium) ou Y (Yttrium) peuvent donner une indication concernant l'origine du protolithe.

Roches de la Zone de Piora

Trois lithologies de la Zone de Piora sont montrées: les schistes noirs à grenat de la Formation de Stgir (Jurassique inférieur), les dolomies saccharoïdes (Trias moyen) et les schistes à staurotite avec ou sans grenat (Formation de Quarten - Trias supérieur).

Les schistes noirs à grenat (fig. 11) affleurent sur la route au-dessous de la chapelle San Carlo (excursion A, point d'observation A10). Ils appartiennent à la Formation de Stgir du Jurassique. Les grenats sont noirs du fait de nombreuses petites inclusions. La matrice de la roche contient des micas et de la matière organique, responsable de sa couleur noire.

La composition de la roche montre des valeurs élevées en SiO_2 , Al_2O_3 et du CaO. La forte perte au feu est liée aux micas et à la forte teneur en matière organique. En examinant une lame mince (= roche coupée et polie à une épaisseur de 30 μm , transparente) sous le microscope, on découvre des traces d'échinoïdes fossiles, notamment des oursins. Ces échinoïdes sont présents dans les milieux marins depuis la période l'Ordovicien tardif (depuis 460 Mio d'années). Ils ont une coquille dure, couverte de «boutons» auxquels sont attachés des aiguillons. Dans la fig. 12 un échinoïde est bien visible avec la coquille dure et les aiguillons. Ce fossile, chauffé 500 °C pendant l'orogénèse alpine, est étonnamment bien préservé.

La composizione degli gneiss può essere molto variabile. Il protolito (cioè: la roccia all'inizio, prima della trasformazione metamorfica) può essere di origine magmatica, metamorfica o sedimentare. Se il protolito era un granito, con dei grossi cristalli di feldspato, si è potuto trasformare successivamente in gneiss occhiadino durante un avvenimento metamorfico. Questo gneiss è chiamato ortogneiss. Uno gneiss di origine sedimentare, ad es. proveniente da un'arenaria, è chiamato paragneiss. La determinazione dei tenori di elementi traccia (Ba – Bario, Sr – Stronzio) e di terre rare come gli elementi Eu – Europio, La – Lantanio, Ce – Cerio o Y – Ittrio possono dare un'indicazione sull'origine del protolito

Rocce della zona di Piora

Tre litologie della zona di Piora sono visibili: gli scisti neri a granati della Formazione di Stgir (Giurassico inferiore), le dolomie saccharoidi (Trias medio) e gli scisti a staurolite con o senza granati (formazione di Quarten – Trias superiore).

Gli scisti neri a granati (fig. 11) affiorano sulla strada al disotto della cappella di San Carlo (escursione A, punto di osservazione A10). Appartengono alla Formazione di Stgir del Giurassico. I granati sono neri a causa della presenza di numerose piccole inclusioni. La matrice della roccia contiene miche e della materia organica, responsabile del suo color nero.

La composizione della roccia mostra valori elevati di SiO_2 , Al_2O_3 e anche CaO. La forte perdita al fuoco è legata alle miche e a un forte tenore di materia organica. Esaminando una lama sottile (= roccia tagliata e levigata con uno spessore di 30 micron), trasparente al microscopio, si scoprono tracce d'echinoidi fossili, in particolare ricci di mare. Questi echinoidi sono presenti negli ambienti marini già dal periodo del tardo Ordoviciano (da 460 milioni d'anni). Hanno un guscio duro, coperto di "brufoli" ai quali sono attaccate delle spine. Sulla fig. 12 un echinoide è ben visibile con il guscio duro e le spine. Questo fossile, scaldato a 500 °C durante l'orogenesi alpina, è particolarmente ben preservato.



Oxides	wt%
SiO ₂	59.4
Al ₂ O ₃	17.2
Fe ₂ O ₃	6.6
MgO	2.3
CaO	6.35
Na ₂ O	0.8
K ₂ O	2.1
Perte au feu	3.4

Figure 11: schiste noir à grenat noir de la Zone de Piora, montrant des tâches noires représentant des grenats avec de petits inclusions (affleurement près de la chapelle San Carlo, coordonnées 696 760/155 800) et la composition de la roche.

Figura 11: scisto nero a granato nero della zona di Piora, che mostra macchie nere rappresentanti granati con piccole inclusioni (affioramento vicino alla cappella di San Carlo, coordinate 696 760/155 800) e la composizione della roccia. (Perte au feu = perdita al fuoco, LOI)

La dolomie saccharoïde s'observe le long de l'axe de la vallée de Piora, p. ex. le long de la Murinascia Grande, à la plage du Lago di Tom (excursion B, point d'observation B9), ou encore à l'est du Lago Ritom (excursion A, point d'observation A8). Sur les reliefs émoussés une végétation particulière se développe, caractéristique du chimisme carbonaté des sols (voir chapitre 1.4).



Oxides	wt%
SiO ₂	4.0
Al ₂ O ₃	0.01
Fe ₂ O ₃	0.5
MgO	18.4
CaO	31.2
Na ₂ O	0.1
K ₂ O	0.3
Perte au feu	43.6



Figure 12: echinoïde dans les schistes noirs à grenat noir (schéma de l'échinoïde modifié selon <http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/time/Fossilfocus/echinoid.html> et oursin actuel (<http://gentilrequin.free.fr>))

Figura 12: echinoide negli scisti neri a granati neri (schema dell'echinoide modificato secondo, <http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/time/Fossilfocus/echinoid.html>) e riccio di mare attuale (<http://gentilrequin.free.fr>).

La dolomia saccharoïde si può osservare lungo l'asse della valle di Piora, ad es. lungo la Murinascia Grande, sulla spiaggia del Lago di Tom (escursione B, punto di osservazione B9) oppure all'est del Lago Ritom (escursione A, punto di osservazione A8). Sui rilievi smussati una vegetazione particolare si sviluppa, caratteristica della chimica carbonatata dei suoli (vedi capitolo 1.4).

Figure 13: dolomie saccharoïde sur le chemin montant au Passo dell'Uomo (coordonnées 701 408/155 650). La composition montre des valeurs très élevées en CaO et MgO et une perte au feu liée à la forte teneur en carbonate.

Figura 13: dolomia saccharoide lungo il sentiero che sale al Passo dell'Uomo (coordinate 701 408/155 650). La composizione mostra valori molto elevati di CaO e MgO e una perdita al fuoco (Perte au feu = LOI) legata al forte tenore di carbonati.

Le schiste à staurotide, avec ou sans grenat ou disthène (fig. 14) affleure à l'est du chemin du Mottone (coordonnées 698 325/155 250, excursion D ci-après). L'altération fait ressortir les grands cristaux de staurotide comme reliefs de surface. En étudiant bien une telle surface, le «maclage» (jumelage) caractéristique en forme de croix de Saint André peut être observé (fig. 15). La composition de la roche montre une teneur en Al_2O_3 élevée, caractéristique d'une origine sédimentaire du type des argiles.

Cette roche est riche en micas et se déforme facilement par des plissements intenses (fig. 15a). L'échantillon fig.15b est exposé dans la vitrine CBA.



Oxides	wt%
SiO_2	49.5
Al_2O_3	32.9
Fe_2O_3	6.4
MgO	1.3
CaO	0.8
Na_2O	2.2
K_2O	2.4
Perte au feu	2.0

Lo scisto a staurolite, con o senza granato o distene (fig. 14) affiora a est del sentiero del Mottone (coordinate 698 325/155 250, escursione D che segue). L'alterazione sottolinea i grandi cristalli di staurolite come rilievi di superficie. Studiando attentamente una tale superficie, la geminazione caratteristica a forma di croce di S. Andrea può essere osservata (fig. 15). La composizione della roccia mostra un tenore elevato di Al_2O_3 , caratteristico di un'origine sedimentaria sul tipo delle argille.

Questa roccia è ricca di miche e si deforma facilmente in seguito a corrugamenti intensi (fig. 15a). Il campione fig. 15b è esposto nella vetrina CBA.

Figure 14: schiste à staurotide ± grenat ± disthène (coordonnées 698 325/155 250). La composition chimique de la roche est dominée par Al_2O_3 (32.9%) – essentielle pour la cristallisation de staurotide dans les conditions de température et de pression subies par les roches du synclinal de Piora pendant le plissement alpin.

Figura 14: scisto a staurolite con più o meno granato e più o meno distene (coordinate 698 325/155 250). La composizione chimica della roccia è dominata dall' Al_2O_3 (32.9%) – essenziale per la cristallizzazione di staurolite in condizioni di temperatura e pressione subite dalle rocce della sinclinale di Piora durante il corrugamento alpino. (Perte au feu = perdita al fuoco, LOI).

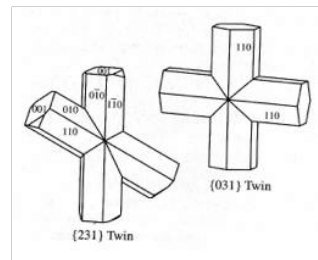


Figure 15a: schiste à staurotide fortement plissé; **b:** échantillon poli d'un pli (échantillon exposé dans la vitrine du Centro de biologie alpine à Piora). La staurolite présente souvent une macle en croix de Saint-André (60°) ou en croix grecque (90°). Son nom signifie "pierre de croix" du grec "stauros" = croix et "lithos" = pierre.

Figura 15a: scisto a staurolite fortemente corrugato; **b:** campione levigato di una piega (campione esposto nella vetrina del Centro di biologia alpina a Piora). La staurolite presenta spesso una cristallizzazione a forma di croce di S. Andrea (60 gradi) o di croce greca (90 gradi). Il suo nome significa "croce di pietra" dal greco "stauros" = croce e "lithos" = pietra.

Roches de la Nappe du Lukmanier

Deux lithologies représentent en particulier la Nappe de Lukmanier: d'une part, un affleurement sur la côte méridionale du Lago Ritom, le long du chemin du sentier didactique (excursion B) montre un gneiss oeilé à tourmaline noire (aussi appelée « schörl»). D'autre part, un schiste à grenat-muscovite-biotite affleure dans la rivière de la Costa di Giubin (coordonnées 698 340/154 450). Cette roche contient de gros cristaux de grenat et des muscovites ayant poussés pendant le métamorphisme (= porphyroblastes). Elle est montrée en lame mince (fig. 17b) en utilisant un microscope polarisant.

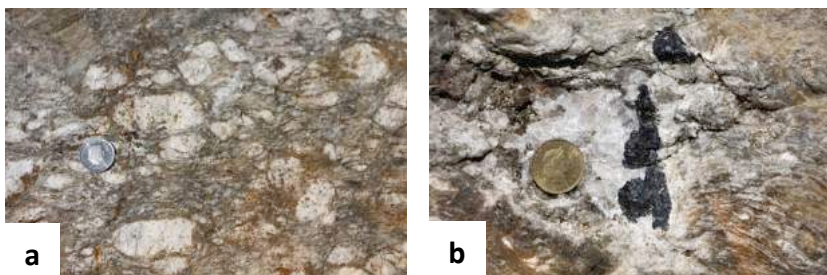


Figure 16a: gneiss oeilé de la Nappe du Lukmanier (coordonnées 696 018/154 880). **b:** gneiss à tourmaline de la Nappe du Lukmanier (coordonnées 696 028/154 810).

Figura 16a: gneiss "oeillé" della falda del Lucomagno (coordinate 696 018/154 880). **b:** gneiss a tormalina della falda del Lucomagno (coordinate 696 028/154 810).

Les témoins de la déformation des roches et le sens du mouvement tectonique

Pendant l'orogénèse alpine, la subduction, puis la collision a superposé roches d'origine continentale et océanique dans des conditions de température et pression élevées à plus de 50 km de profondeur. Les roches ont dû s'adapter à ces nouvelles conditions. De nouveaux minéraux stables sous ce régime de températures et de pressions se sont alors formés, comme par exemple le grenat, la staurolite ou le disthène. La roche devenue ductile s'est déformée par plissement. Pendant une orogénèse, certaines roches se plissent plus facilement que d'autres qui résistent au

Rocce della falda del Lucomagno

Due litologie rappresentano in particolare la falda del Lucomagno: da una parte un affioramento sulla costa meridionale del Lago Ritom; lungo il sentiero didattico (escursione B) è visibile uno gneiss occhiadino a tormalina nera (detta anche "schörl"). D'altra parte, uno scisto a granato-muscovite-biotite affiora nel torrente della Costa di Giubin (coordinate 698 340/154 450). Questa roccia contiene grossi cristalli di granato e muscoviti che si sono sviluppati durante il metamorfismo (porfiroblasti). Essa è visibile in lama sottile (fig. 17b) utilizzando un microscopio polarizzante.

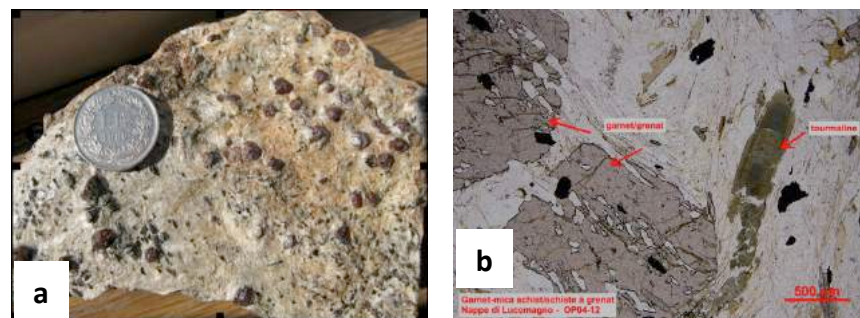


Figure 17a: échantillon du schiste à grenat-muscovite-biotite et **b:** image d'une lame mince de cette roche observée sous le microscope avec du grenat et tourmaline dans une matrice de muscovite et quartz.

Figura 17a: campione di scisto a granato-muscovite-biotite e **b:** immagine di una lama sottile di questa roccia osservata al microscopio con granato e tormalina in una matrice di muscovite e quarzo.

I testimoni della deformazione delle rocce e il senso del movimento tettonico

Durante l'orogènesi alpina, la subduzione, poi la collisione hanno sovrapposto rocce di origine continentale e oceanica in condizioni di temperatura e pressione elevate a più di 50 km di profondità. Le rocce hanno dovuto adattarsi a queste nuove condizioni. Nuovi minerali stabili in tali condizioni di temperature e pressioni si sono allora formati come ad esempio il granato, la staurolite o il distene. La roccia diventata duttile si è deformata per corrugamento. Durante un'orogènesi, alcune rocce si corrugano più facilmente di altre che resistono al corrugamento. Questa differenza risulta

plissement. Cette différence résulte de l'assemblage minéralogique: les micas, comme la muscovite ou la biotite peuvent bien s'orienter perpendiculairement aux contraintes facilement grâce à leur structure interne. Par contre, les roches dominées par le quartz et le feldspath, mais encore plus la dolomite sont beaucoup plus rigides. La dolomite ne se déforme alors pas par fluage, mais par fracturation (cassure). Sur les parois rocheuses bordant le sentier didactique autour du Lago Ritom, des structures de déformation, dont le sens du mouvement est très distinct, sont bien exposées et facilement accessibles. La fig. 19 montre des clastes en forme de "sigma" dont le sens de cisaillement par la déformation tectonique est orienté vers la droite – déformation par un mouvement appelé dextre.

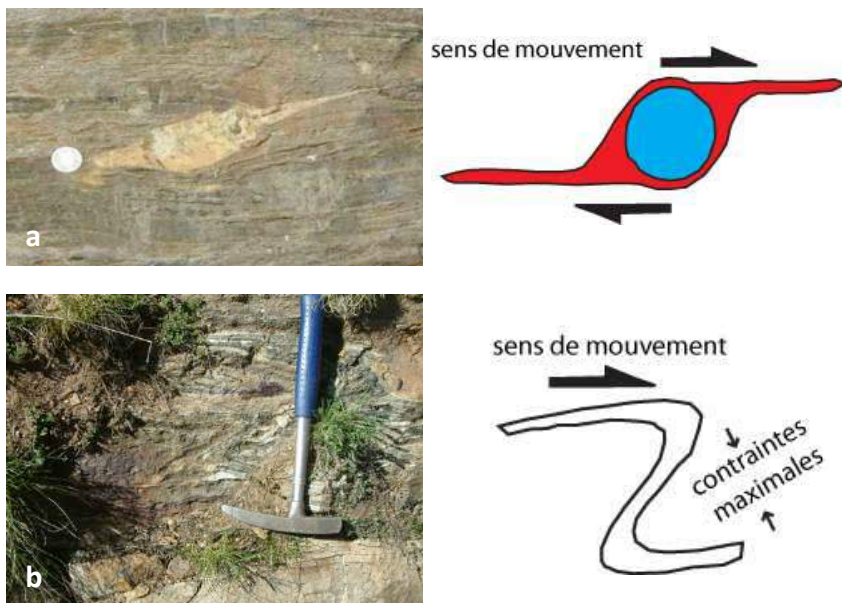


Figure 18a: déformation d'une inclusion dans la roche en "sigma" montrant un sens de mouvement dextre (voir les flèches); **b:** plis en forme de "Z" montrant également un sens de mouvement dextre; à droite: schéma expliquant la déformation des roches (coordonnées 696 915/155700).

Figura 18a: deformazione di un'inclusione nella roccia a forma di "sigma" che mostra un senso di movimento "destro" (vedi frecce); **b:** piega a forma di "Z" che mostra ugualmente un senso di movimento "destro"; a destra: schema che spiega la deformazione delle rocce (coordinate 696 915/155700).

dall'assemblaggio mineralogico: le miche, come muscovite o biotite possono orientarsi con facilità perpendicolarmente alle sollecitazioni grazie alla loro struttura interna. Inversamente, le rocce dominate dal quarzo e dal feldspato, ma più ancora dalla dolomite sono molto più rigide. La dolomite non si deforma allora per scorrimento ma per fratturazione. Sulle pareti rocciose che fiancheggiano il sentiero didattico attorno al Lago Ritom, alcune strutture di deformazione, il cui senso di movimento è subito reperibile, sono ben esposte e facilmente accessibili. La fig. 19 mostra clasti a forma di "sigma" il cui senso di taglio provocato dalla deformazione tettonica è orientato verso destra – deformazione il cui movimento è chiamato "movimento destro".

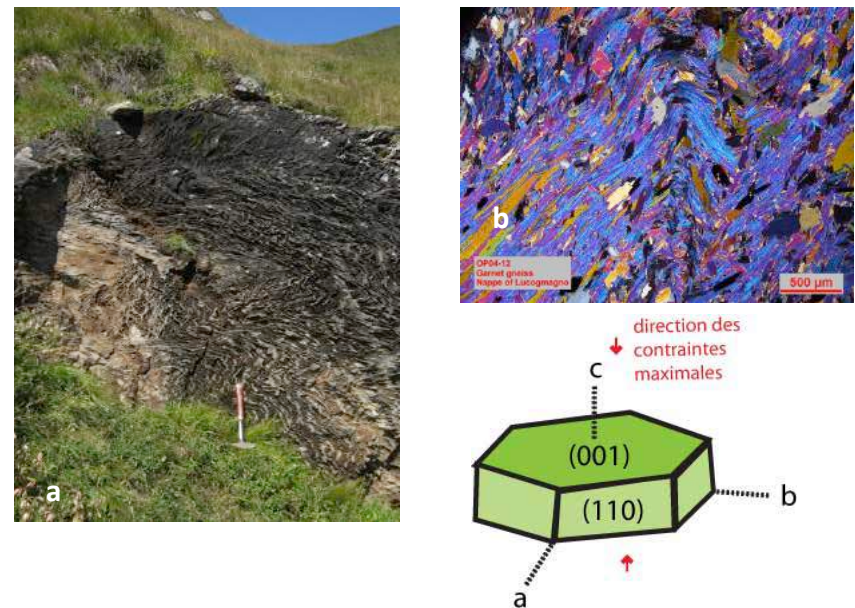


Figure 19a: plis dans un schiste micacé (excursion D, poste D4); **b:** observation en une lame. Le plan axial (la ligne qui relie les genoux des plis) est modelé par le mica qui s'orientent selon son plan (001) perpendiculairement aux contraintes.

Figura 19a: piega in uno scisto micaceo (escursione D, punto D4); **b:** osservazione di una lama. Il piano assiale (la linea che collega i ginocchi delle pieghe) è modellata dalla mica che si orienta secondo il suo piano (001), perpendicolarmente alle sollecitazioni.

Les sols

Les sols du Val Piora sont jeunes et peu évolués, ils se sont établis et développés suivant le retrait des glaces de la dernière glaciation. De plus, les conditions climatiques alpines rigoureuses ralentissent ou empêchent leur évolution. Les sols sont donc peu profonds et les caractères pédologiques relativement peu marqués. Il est cependant aisé d'observer sur le terrain des différences nettes. Ce sont le climat à l'échelle du versant (mésoclimat) ainsi que le type de végétation qui en sont responsables.

En versant nord, la podzolisation domine sous les landes subalpines à éricacées et sous les conifères (36 % de la surface étudiée). Sous ces derniers s'accumule la matière organique: les sols podzoliques deviennent humiques alors que relativement peu de matière organique s'accumule sous lande. Dans les combes où la neige peut stagner, une prairie se développe et le sol montre des signes d'hydromorphie (pseudogley). Dans l'aulnaie verte, la litière améliorante pour le pâturage provoque la brunification et le développement d'une mégaphorbiaie (4% de la surface étudiée).

En versant sud, les sols bruns dominant sous la prairie (35 % de la surface étudiée), alors que la lande à éricacées mène aux podzols (10% de la surface étudiée), quelle que soit la roche-mère. Seule la dolomie, à condition d'être sous une mince épaisseur de sol donc avec une forte pente, arrive à stopper la brunification grâce au rôle tampon du pH joué par les carbonates et au rôle flocculant du calcium. Néanmoins, l'arrivée d'une végétation améliorante pour le pâturage pourra orienter la rendzine vers la brunification plutôt que vers la podzolisation.

Des gleys et pseudogleys se forment par la présence de nappes d'eaux superficielles parfois très locales et saisonnières. Les zones humides représentées sur la carte des sols représentent environ 3 % de la surface étudiée. Cependant, de nombreux marais de petite taille parsèment toute la zone.

Des sols polyphasés peuvent se développer en zone alluviale. La production de fumures par l'alpage mène à la formation d'anthroposols.

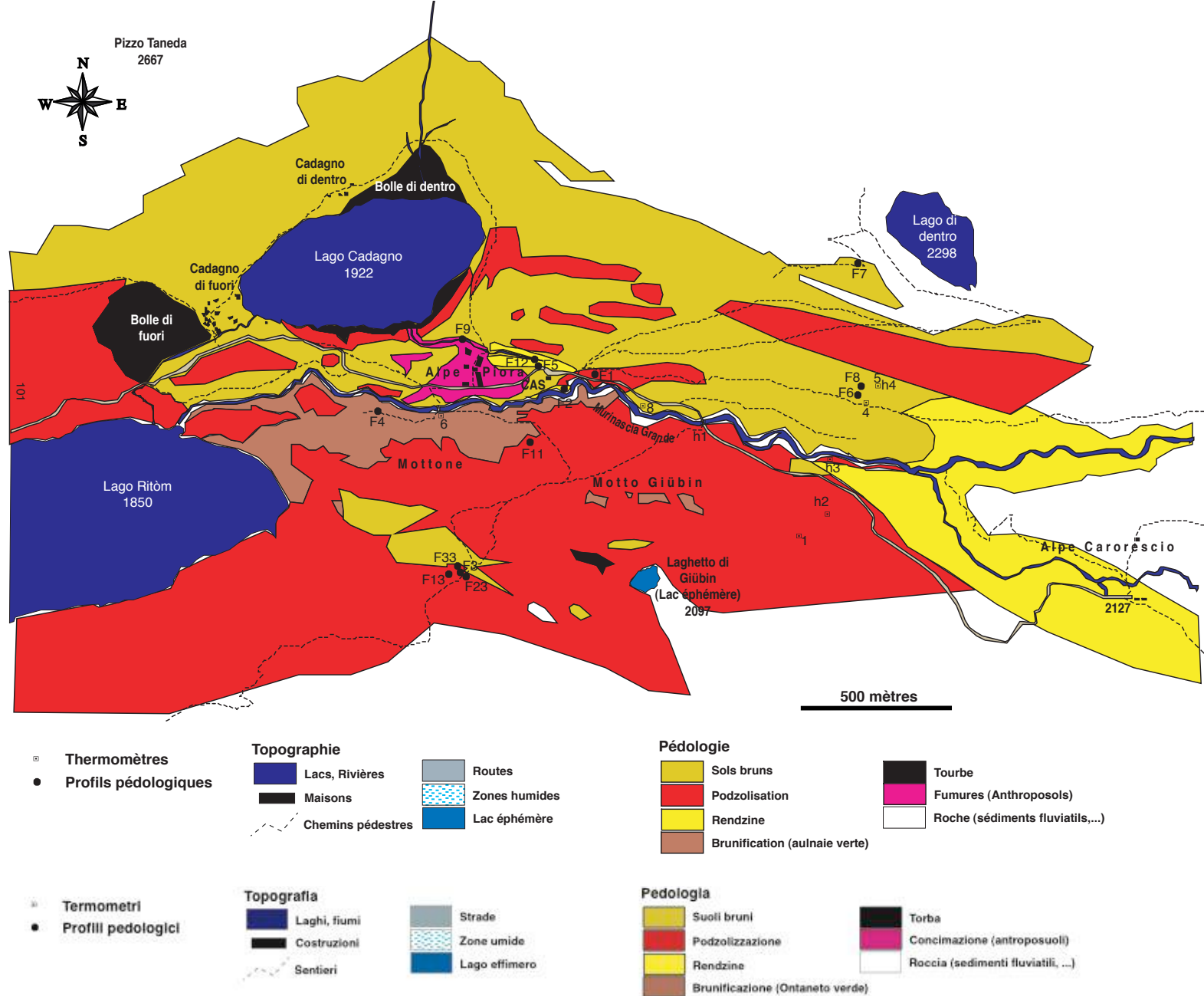
I suoli

Il clima a seconda del versante (mesoclima) è il fattore che influenza gran parte della superficie della Valle. In effetti, sulla carta dei suoli, i suoli bruni rappresentano il 35% della superficie e i "podzol" 46% (di cui circa il 10% dovuti alle lande subalpine sul versante sud). Nelle zone in cui la topografia e il microclima favoriscono una vegetazione differente, è quest'ultima che si impone come si può notare con l'ontaneto verde del versante nord (4% della superficie analizzata) e sotto le lande a ericacee del versante sud. I carbonati della roccia madre non possono formare "rendzina" (fig. 8) come nelle zone di forte pendenza dove l'apporto di HCO_3 è costante, ad esempio in F2 (fig. 8b) o sui fianchi della valletta F12 (meno di 1% della superficie se non si tiene conto della zona dolomitica dell'Alpe Carorescio, e circa il 10% tenendone conto). Le zone umide illustrate sulla carta dei suoli rappresentano circa il 3 % della superficie studiata. Tuttavia la zona è interamente cosparsa di piccole paludi.

Sul versante a nord, i podzol dominano sotto le lande subalpine a ericacee e le conifere. Sotto le conifere si accumula la materia organica: i suoli a podzol si arricchiscono di humus benché relativamente poca materia organica si accumuli sotto la brughiera. Nelle conche dove la neve rimane a lungo, una prateria si sviluppa e il suolo mostra segni di idromorfia (pseudogley). Nell'ontaneto verde, la lettiera migliora il suolo e provoca la brunificazione e lo sviluppo di una zona di megaforbie.

Sul versante sud, la landa subalpina provoca la trasformazione in podzol mentre le praterie conducono ai suoli bruni, qualunque sia la roccia madre. Solo la dolomia, sempre che sia sotto uno spessore sottile di suolo e dunque in forte pendenza, riesce a fermare la brunificazione grazie al ruolo tampone del pH giocato dai carbonati e al ruolo flocculante del calcio. Tuttavia, l'apparizione di una vegetazione che migliora le qualità del pascolo potrà orientare il rendzina verso la brunificazione piuttosto che verso la podzolizzazione. La presenza stagionale di falde d'acque locali superficiali forma gleys e pseudogleys.

In zone alluvionali, suoli polifase possono svilupparsi. La produzione di concime grazie al pascolo porta alla formazione di antroposoli.



Bibliographie / Bibliografia

- Antognini, M. 2001: Geologia della regione di Piora, Tra confine e cielo. Passo dopo passo tra natura e cultura, ed. Salvioni, 126p. .
- Bianconi, F. 2011: Elementi di geologia, morfologia glaciale e idrografia della Val Piora, in: Peduzzi S., La forza idrica Val Piora-Piotta, Atlante idrologico della Svizzera, Berna 2011.
- Bianconi, F., Beffa, F.A., Steiger, R.H., Günthert, A., Hasler, P., Baumer, A. & Huber, Ch. 2014: 1252 Ambri-Piotta, Atlante geologico della Svizzera 1:25'000. Swisstopo, Berne.
- Bianconi, F. & Peduzzi, R. 2012: Biodiversità della val Piora. Risultati e prospettive delle Giornate della biodiversità. L'apporto di Piora alla storia delle scienze. Parte II - Storia della ricerca geologica e mineralogica., Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale – vol. 11, 20-30.
- Etter, U. 1986: Stratigraphische und strukturgeologische Untersuchungen im Gotthardmassivischen Mesozoikum zwischen dem Lukmanierpass und der Gegend von Ilanz. Thèse Uni-Berne. Etter, U. 1998: Struktur und Lithologie der Piora-zone. Abstracts Airolo '98 Accademia svizzera di scienze naturali. Krige, L.J. 1913-1916: Geologische Karte Val Piora. Topographischer Atlas der Schweiz, Blätter 411, 502.
- Krige, L.J. 1918: Petrographische Untersuchungen im Val Piora und Umgebung. Eclogae Geologicae Helvetiae, vol XIV, p. 519-654, Lausanne.
- Marthaler, M. 2001: Le Cervin est-il africain? LEP Loisirs et pédagogie, 3ème éd., 96 p.
- Nardini, Y. 2003: Etude pédologique du Val Piora TI; influence des facteurs géologie, climat, végétation et topographie sur l'évolution des sols. Diplôme en scie. Nat environnement, Université de Genève, inédit.

Petit glossaire de géologie et de minéralogie du Val Piora

Alumosilicate: minéral à réseau cristallin à base d'aluminium, silicium et oxygène.

Amphibole (minéral), **amphibolite** (roche composée essentiellement d'amphiboles): groupe de minéraux de silicates de fer, de calcium ou de magnésium. Elles forment des prismes allongés, des baguettes ou des aiguilles. La couleur varie du noir au vert sombre et au brun. Origine: à Piora il s'agit de minéraux formés au cours du métamorphisme alpin du faciès des amphibolites (relativement basse pression et haute température). On les trouve associées en étoiles et en gerbes dans les gneiss et les schistes.

Anthroposol: sol formé de toutes pièces par l'Homme : des tas de granulats, des terils revégétalisés, des sols sur décharge, ou la plupart des espaces verts.

Brèche: A Piora: les carbonates dolomitiques présentent souvent un aspect bréchique, soit à la suite de transformations (-> cornieules) soit par la déformation tectonique. Roche composée de débris millimétriques à pluricentimétriques, anguleux.

Breve glossario di geologia e di mineralogia della Val Piora

Allumosilicato: minerale a struttura cristallina a base di alluminio, silicio e ossigeno.

Anfibolo (minerale), **anfiboliti** (rocce composte essenzialmente di anfiboli): gruppo di minerali di silicati di ferro, di calcio o di magnesio. Esse formano prismi allungati, bacchette o aghi. Il colore varia dal nero al verde scuro e al bruno. Origine: a Piora si tratta di minerali formati nel corso del metamorfismo alpino. Si trovano spesso in aggregati a covoni negli gneiss e scisti.

Breccia: roccia composta da resti millimetrici a pluricentrici, angolosi. In Piora: le dolomie sono spesso brecciate, sia in seguito a trasformazioni (-> dolomia cariata) sia per deformazione tettonica.

Calcare: roccia composta in gran parte da calcite (minerale, CaCO_3). Origine: sedimenti di piattaforma marine. In Piora: spesso calcari silicei (con aggiunta di quarzo).

Carbonati: calcari e dolomie.

Brunification : Processus de type "climatique" caractérisé par les régions à climat atlantique ou semi-continentale, dont la végétation naturelle (climax) est une forêt feuillue ou mixte (résineux-feuillus), liée à un milieu biologiquement actif, à humus de type Mull avec une bonne aération et une richesse suffisante en fer et en argile pour permettre la constitution d'une structure fragmentaire. Dans la formation des agrégats, le fer ferrique joue le rôle de liaison entre les molécules d'acides humiques et les argiles, conférant au sol sa couleur brune caractéristique.

Calcaire: roche composée en grande partie de calcite (minéral, CaCO_3). Origine: sédiment de plate-forme marine. A Piora: souvent calcaires siliceux (mélange avec du quartz).

Carbonatse: calcaires et dolomies.

Cornieule: roche carbonatée bréchique et vacuolaire, très altérée en surface. Origine: transformation de dolomies et de gypse. La Cornieule est redoutée dans la construction de tunnels.

Disthène: formule: $(\text{Al}_2\text{O}(\text{SiO}_4))$. Issu du métamorphisme alpin, faciès métamorphique des amphibolites. A Piora elle forme des baguettes de couleur bleue dans des schistes, où elle peut être associée à staurotide, grenat, mica etc.

Doline: «cratère» en surface de terrain, dû à la dissolution de carbonates, de gypse ou de sel dans le sous-sol, lié à la circulation d'eaux acides (ex. acides humiques provenant de la décomposition de matière organique).

Dolomie: roche composée de dolomite (minéral, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Origine: sédiment de milieux salins, p. ex. déserts de sel («sebkhas») et lagunes marines.

Gley: type de sol fin (argile) à saturation prolongée par l'eau. Le gley, privé d'oxygène (anoxie, réduction du fer) est souvent de couleur bleue ou noirâtre. Exposé à l'air il devient tacheté ou rouge.

Gneiss: roches métamorphiques (recristallisées) se débitant en plaques («couches») de centimètres à plusieurs décimètres d'épaisseur.

Carsismo: fenomeno dovuto alla dissoluzione di carbonati e di gesso nel sottosuolo, legato alla circolazione d'acque acide (p.es. acidi umici provenienti dalla decomposizione di materia organica). Il carsismo risulta in doline e caverne.

Distene: formula: $\text{Al}_2\text{O}(\text{SiO}_4)$. Originato dal metamorfismo alpino. In Piora esso si presenta in cristalli allungati di colore azzurro negli scisti, dove è spesso associato a staurolite e granato.

Dolina: «cratere» alla superficie del terreno, dovuto al dissolvimento di carbonati o di gesso nel sottosuolo, legato alla circolazione d'acque acide (p.es. acidi dell'humus provenienti dalla decomposizione di materie organiche).

Dolomia: roccia composta da dolomite (minerale, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Origine: sedimenti di ambienti salini, p.es. deserti di sale (sebkhas) e lagune marine.

Dolomia carinata: roccia carbonatica brecciata e vacuolare. Origine: trasformazione e disintegrazione di dolomie, spesso in seguito al dissolvimento di gesso.

Falde di ricoprimento: grandi unità litologiche (spesso plurichilometriche) che sono state sovrapposte in occasione del corrugamento delle Alpi.

Gesso: minerale e roccia composta di solfato di calcio e d'acqua ($\text{Ca SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); minerale trasparente, bianco o rosa, molto solubile. Affiora in un ammasso di grande potenza in Val Canaria. Origine: sedimenti di ambiente salino, deserti o lagune.

Gley: tipo di suolo a grana fine (argilla) e a saturazione prolungata dall'acqua. Il gley, privato d'ossigeno (anossia, riduzione del ferro) è spesso di color blu o nerastro. Esposto all'aria, diventa macchiettato o rosso.

Gneiss: Rocce metamorfiche (ricristallizzate) che si prestano al taglio di lastre (strati) di spessore da centimetrico a decimetrico.

Graniti: Rocce cristalline massicce formate dalla cristallizzazione di magma nella crosta terrestre (rocce magmatiche o intrusive) composte di quarzo, feldspato e miche e di minerali accessori.

Granites: Roches cristallines massives formées par la cristallisation de magmas dans la croûte terrestre (roches magmatiques ou intrusives), composées de quartz, feldspaths et micas et de minéraux mineurs.

Grenat: minéral essentiellement issu du métamorphisme, de forme «grenue» (octaèdres). A Piora ce sont des alumo-silicates (réseau cristallin à base d'aluminium, silicium et oxygène) qui peuvent contenir du fer (minéral rouge appelé almandin). Dans les schistes, ces grenats d'un diamètre de quelques mm peuvent également apparaître en couleur noire comme taches oxydées couleur rouille. Dans les gneiss, le diamètre peut dépasser le cm.

Gypse: minéral et roche composée de sulfates de calcium et d'eau ($\text{Ca SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Minéral transparent, blanc, rose, à forte solubilité, visible dans le Val Canaria. Origine: sédiments de milieux salins, déserts ou lagunes.

Hornblende: sous-espèce brune, verte ou noire des amphiboles, riche en calcium, sodium, potassium.

Karst: phénomènes dus à la dissolution de carbonates, de gypse ou de sel dans le sous-sol. La circulation d'eaux acides (ex. acides humiques provenant de la décomposition de matière organique) facilite la dissolution de calcaires et dolomies. Le karst donne lieu à des dolines et des cavernes.

Marbre: roche carbonatée recristallisée sous l'influence du métamorphisme.

Métamorphisme: processus de transformation des minéraux et roches, enfouis dans les profondeurs de la croûte terrestre, sous haute température (> 200 °C) et haute pression. Dans les Alpes, le métamorphisme est lié au plissement alpin..

Micas: minéraux du groupe des phyllosilicates, formés principalement de silicates d'aluminium et de potassium. Les phyllosilicates forment de petits feuillets qui brillent à la surface des roches au soleil. Couleurs: transparent (muscovite, séricite), noir à verdâtre (biotite), vert (chlorite). Origine: formation à la cristallisation des granites ou par la métamorphose de sédiments.

Nappe: le terme désigne les grandes unités lithologiques (souvent pluri-kilométriques) qui ont été superposées à l'occasion du plissement des Alpes.

Podzolisation : Etym : (russe) Pod : sous; Zola : cendre. Elle apparaît sous l'action d'un humus biologiquement peu actif, (Mor ou Moder), produisant beaucoup de composés organiques solubles complexants. Ils provoquent l'altération par complexolyse des minéraux argileux et entraînent sous forme de complexes les ions Fe^{3+} et Al^{3+} . L'horizon E où ne subsiste que le quartz fin devient cendreuse. Les éléments entraînés, organiques ou minéraux, précipitent et se polymérisent en B sous forme de composés amorphes : horizon Bh (h=humus) riche en matières organiques insolubilisées et de couleur foncée.

Marmo: roccia carbonatica ricristallizzata durante il metamorfismo.

Metamorfismo: processo di trasformazione di minerali e rocce, sepolti nelle profondità della crosta terrestre, ad alte temperature e pressioni. Nelle Alpi, il metamorfismo è legato all'orogenesi alpina.

Mica: minerali del gruppo dei fillosilicati, formati principalmente di silicati d'alluminio e di potassio. Le miche sono sotto forma di piccole scaglie che brillano sulla superficie delle rocce esposte al sole. Colori: trasparente (muscovite, sericite) e da nero a verdastro (biotite). Origine: si formano durante la metamorfosi di sedimenti argillosi.

Orneblenda: sotto-specie bruna, verde o nera degli anfiboli, ricca di calcio, sodio, potassio.

Podzol: si tratta di suoli tipici dei climi freddi, spesso con un livello di superficie (orizzonte A0) di materia organica nera («mor»), indi di un livello sabbioso lisciviato e di un ultimo livello di accumulazione dei prodotti lisciviati (materia organica, idrossidi di ferro, ecc.) sovrapposti alla roccia.

Quarzite: roccia metamorfica composta essenzialmente di quarzo.

Quarzo: Minerale trasparente o biancastro, composto di silicio e di ossigeno (SiO_2). È uno dei minerali più frequenti nella crosta terrestre. Spesso in forma di filoni.

Rendzina: suolo ricco di materia organica, sovrapposto a un substrato carbonatico.

Scisto, scistosità: si tratta di rocce metamorfiche (ricristallizzate) che si possono staccare in lastre («strati») di alcuni centimetri fino a alcuni decimetri di spessore. La scistosità indica la facile divisibilità, presentata soprattutto negli scisti, secondo piani grossolanamente paralleli o ondulati.

Silicati: minerali ricchi di ossido di silicio.

Sinclinale : piega con nucleo formato dagli strati più recenti della successione in cui è impostata la piega stessa.

Quartz: minéral transparent ou blanchâtre, composé de silicium et d'oxygène (SiO₂). C'est un des minéraux les plus fréquents dans la croûte terrestre.

Quartzite: roche composée essentiellement de quartz, soit détritique (sable ou grès), soit cristallisé en veines.

Rendzine: sols riches en matière organique, superposés à un substrat carbonaté.

Schiste, schistosité: à Piora il s'agit de roches métamorphiques (recristallisées) se débitant en plaques («couches») de plusieurs centimètres à plusieurs décimètres d'épaisseur. «Schistosité» désigne le cisaillement interne des roches, marqué par des surfaces ondulées, souvent tapissées de mica.

Silicates: minéraux riches en oxyde de silicium.

Sol polyphasé: sol formé au cours de plusieurs phases temporelles, dans des conditions qui ont pu changer d'une phase à l'autre.

Staurotide (ou «Staurolite»): minéral, aluminosilicate, formule chimique générale: $(\text{Fe}^{2+})_2\text{Al}_3\text{Si}_4\text{O}_{23}(\text{OH})$. A Piora souvent en petites barrettes brunes, ou en mâcles formant une croix. Produit du métamorphisme alpin et associée aux grenats, amphiboles, disthène.

Staurolite: si tratta di un allumosilicato (ricco di alluminio e di silicio) contenente pure ferro, magnesio, zinco, ecc. In Piora spesso in piccole barrette brune, o in geminati a forma di croce. Prodotto del metamorfismo alpino e solitamente associata a granato e distene.



Cadagno di Fuori

1.3 Hydrologie et hydrobiologie, les lacs Ritóm et Cadagno

La zone des vallées de la Région de Piora, Cadlino et Canaria s'étend sur 37 km²; on y compte 21 lacs, 58 cours d'eau, 28 étangs et marais. En 1917, la Commission d'Hydrobiologie de la Société Helvétique des Sciences Naturelles (l'actuelle Académie Suisse des Sciences Naturelles (SCNAT)) justifie ses 70 ans de recherche dans cette zone pour sa «diversité hydrologique idéale».

L'hydrologie du Val Piora fait l'objet du guide 5.1. de l'Atlas hydrologique de la Suisse (Peduzzi 2011). On y apprend notamment que la pluviométrie de cette région connaît des contrastes importants, avec environ 1000 mm/année pour le village de Piotta dans la plaine de la Levantine, 1400 mm au Lago di Ritóm et plus de 2500 mm/année pour le haut des versants du massif du St. Gothard.

1.3 Idrologia e idrobiologia, i laghi Ritóm e Cadagno

Su un territorio di 37 km² comprendente le valli Piora, Cadlino e Canaria, si annoverano 21 laghi, 58 corsi d'acqua, 28 stagni e paludi. Nel 1917, la Commissione d'Idrobiologia della Società Elvetica delle Scienze Naturali (l'attuale Accademia Svizzera delle Scienze Naturali (SCNAT)) giustifica i suoi 70 anni di ricerca in questa zona con la sua «diversità idrologica ideale».

L'idrologia della Val Piora è oggetto della guida 5.1. dell'Atlante idrologico della Svizzera (Peduzzi 2011). Ci si legge tra l'altro che la pluviometria di questa regione conosce contrasti importanti, con circa 1000 mm/anno per il villaggio di Piotta, sul fondovalle della Leventina, 1400 mm per il Lago Ritóm e oltre 2500 mm/anno per gli altri versanti del massiccio del Gottardo.

Le Lago di Ritóm et sa centrale hydroélectrique

L'infrastructure hydroélectrique du Ritóm a été construite entre les années 1914 et 1920 par les Chemins de Fer Fédéraux (CFF) qui s'appelaient encore «Strade Ferrate Federali» et avaient remplacé en 1909 les «Chemins de Fer du Gothard - Gotthardbahn».

Le Canton du Tessin garantissait alors les droits de concession pour l'utilisation de cette ressource hydrique en accord avec la Constitution Fédérale. Les lois fédérales délèguent aux cantons l'exploitation des ressources hydriques au profit des entreprises publiques. Par conséquent, l'énergie hydroélectrique produite par l'usine était seulement utilisée pour la traction des trains, ce qui était une nécessité à l'époque où les CFF passèrent du charbon à l'électricité. Les droits de concessions ont été donnés pour une période de 80 ans et ils ont été signés en 1925. Ce droit a expiré en 2005 et les négociations sont toujours d'actualité pour renouveler le contrat avec les CFF en association avec l'Azienda elettrica Ticinese (AET). Lors de la construction du premier barrage à côté de l'Hôtel Piora (fig. 21a), l'élévation du niveau du lac passa de 1828 mètre à 1835. Ce barrage mesurait alors 170 mètres de long et 10.5 mètre de haut. Initialement, l'eau provenait du bassin versant naturel du lac. Plus tard, en 1931, les eaux du Val Cadlimo (Rhin de Medel) furent détournées par des canaux artificiels et des tunnels souterrains en direction du Ritóm. Normalement, les eaux du Val Cadlimo sont drainées vers le nord en direction du *Vorderrhein* (Rhin Antérieur) dans le Canton des Grisons.

Le Lago di Ritóm était alors méromictique, (voir ci-dessous) tout comme celui de Cadagno. Cette caractéristique limnologique disparut avec la construction de la prise d'eau à une altitude de 1799 m. Le lac naturel avait une capacité de 24 millions de m³. Avec la construction du premier barrage, la capacité augmentait à 29 millions de m³.

En 1949, les CFF décidèrent de drainer dans ce lac les eaux de l'Unteralpreuss et de la Garegna (Val Canaria) et de construire un nouveau barrage plus grand pour augmenter le niveau du lac à 1850 m. Les eaux de l'Unteralpreuss coulaient dans la vallée qui descend sur la face est du Pizzo Centrale en direction d'Andermatt. La Garegna coulait dans le Val Canaria et rejoignait la rivière Tessin au sud d'Airolo.

Impianto idroelettrico del Ritóm

L'impianto idroelettrico del Ritóm fu costruito fra il 1914 e il 1920 dalle Ferrovie Federali Svizzere, che allora, e fino al 1944 si chiamavano Strade Ferrate Federali ed erano subentrate alla Ferrovia del Gottardo nel 1909.

La concessione per l'utilizzo delle acque fu data dal Cantone alle FFS sulla base del diritto della Confederazione di utilizzare le forze idriche in ogni Cantone per le necessità delle proprie imprese, contenuto nella Costituzione federale e nell'apposita legge federale. L'energia elettrica prodotta nell'impianto del Ritóm doveva perciò servire esclusivamente alla trazione elettrica dei treni introdotta sulla linea del Gottardo in quegli anni. L'atto di concessione definitivo fu sottoscritto nel 1925 e aveva una durata di 80 anni. La concessione è scaduta alla fine del 2005 e sono tutt'ora in corso le trattative per il suo rinnovo con le FFS associate all'Azienda Elettrica Ticinese (AET), nella Ritom SA.

Il Lago naturale si trovava alla quota di ca. 1828 m s.m. e fu innalzato alla quota massima di 1835.24 m s.m. con una diga lunga 170 m e alta 10.5 m, che si trovava nei pressi dell'albergo Piora costruito nel 1875. L'acqua proveniva dal bacino imbrifero naturale del Lago e solo qualche anno dopo, nel 1931, vennero convogliate nel Lago, con la costruzione di una presa e di un canale in parte in galleria, anche le acque del Reno di Medel della valle Cadlimo, che naturalmente defluirebbero verso il cantone dei Grigioni.

Il Lago naturale presentava il fenomeno detto della meromissi come attualmente ancora presente nel Lago di Cadagno. La meromissi scomparve nel Lago Ritóm probabilmente con la perforazione della galleria per la presa dell'acqua alla quota 1799.24 m s.m. Il Lago naturale aveva una capienza totale di ca. 24 mio. m³; con la costruzione della prima diga la capienza utilizzabile raggiunse i 29 mio. m³. Nel 1949 le FFS decisero di addurre nel Lago Ritóm anche le acque della Unteralpreuss e della Garegna e di costruire una nuova diga più alta per portare la quota massima del Lago a 1850.25 m s.m. e la capienza utilizzabile a 49 mio. m³.

La Unteralpreuss scorre nella vallata che a est del Pizzo Centrale scende verso Andermatt, mentre la Garegna scorre nella valle Canaria e si immette nel Ticino a sud di Airolo.

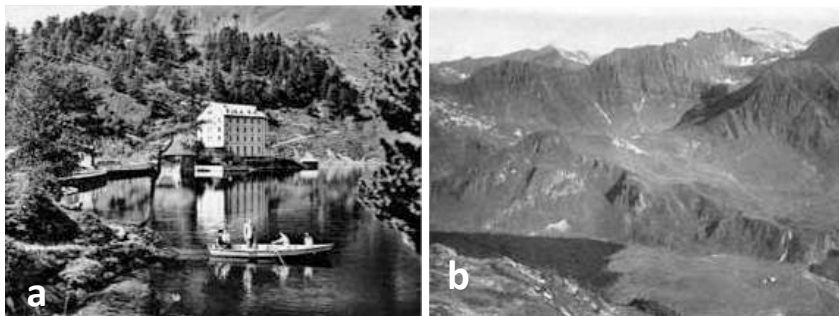


Figure 21a: dans les années 1930, «Hôtel & Pension Piora» sur les rives du Lago di Ritóm à côté du 1er barrage. **21b:** Ritóm (Alpe di Campo). Sur cette photo de 1907, la surface submergée par la construction du second barrage est visible. Les maisons d'alpage se trouvaient encore sur le delta de la Murinascia. Fotos: AA.VV. 2009: Sentiero didattico Lago Ritóm, © Funicolare Ritóm SA.

Figura 21a: negli anni 1930: «Hotel & Pensione Piora» sulle rive del Lago Ritóm a fianco della prima diga. **21b:** Ritóm (Alpe di Campo). Su questa foto del 1907, la superficie sommersa dalla costruzione della seconda diga è visibile. Le cascinie d'alpeggio si trovavano ancora sul delta della Murinascia. Foto: AA.VV. 2009: Sentiero didattico Lago Ritóm, © Funicolare Ritóm SA.

La prise d'eau de l'Unteralpreuss est localisée à 1949 m tandis que celle de la Garegna est à 1877 m. Un tunnel de 4456 m relie les deux prises d'eau et ces eaux coulent en direction du Ritóm dans un deuxième tunnel de 2484 m de long.

Pour se faire une idée des transformations du paysage auxquelles ont conduit toutes ces modifications, il faut s'imaginer que le lac naturel avait initialement une surface d'approximativement 0.9 km², le lac de rétention formé par la construction du premier barrage faisait environ 1.27 km² et le lac actuel a une superficie de 1.47 km² (fig 21b). Cela correspond à une différence de 0.57 km², soit 57 hectare de pâture qui furent submergés par les eaux.



Figure 22: abaissement du niveau du Lago di Ritóm et delta de la rivière Murinascia au printemps 2011.

Figura 22: abbassamento del livello del Lago Ritóm e delta del fiume Murinascia, primavera 2011.

La presa della Unteralpreuss si trova alla quota di 1949.70 m s.m. mentre quella della Garegna a 1876.74 m s.m. Una galleria di 4456 m collega le due prese e quindi con una galleria di 2484 m tutte le acque assieme vengono convogliate nel Lago Ritóm. Per avere un'idea delle superfici inondate si deve pensare che il Lago naturale aveva una superficie di ca. 0.9 km², con la prima diga diventò di ca. 1.27 km² e con la diga attuale raggiunse ca. 1.47 km². Sono stati inondati quindi ca. 0.57 km² pari a 57 ettari di terreno adibito a pascolo. Con la realizzazione di questo progetto nel 1953, il bacino imbrifero dell'impianto è aumentato da 31.8 a 59.1 km² con un corrispondente aumento dell'acqua utilizzabile. Con l'innalzamento della diga il dislivello massimo raggiunge 843 m e la portata d'acqua massima utilizzata a pieno carico è di 6,7 m³/s. Oggi la centrale idroelettrica del Ritóm a Piotta,

Avec la réalisation du projet de 1953, le bassin versant du lac passa de 31.8 à 59.1 km² ce qui correspond à une importante augmentation du volume d'eau. Avec l'agrandissement du barrage, la hauteur d'eau de l'installation hydroélectrique augmenta jusqu'à 843 m et le débit maximum d'eau utilisable est de 6.7 m³/s. Aujourd'hui, l'usine hydroélectrique du Ritóm à Piotta fonctionne avec 4 générateurs et une puissance de 44 MW. Sa production annuelle moyenne est de 153 Mio kWh. Cette production correspond à environ 8 % de l'énergie utilisée annuellement par le système ferroviaire en Suisse (1m³ d'eau du Ritóm produit 3 kWh d'électricité). La production électrique annuelle du barrage de Ritóm correspond à la consommation de 10'000 trains de marchandises de Bellinzone à Arth-Goldau.

L'usine hydroélectrique du Ritóm peut être considérée comme une usine pionnière et un exemple solide, durable et efficient de l'ingénierie civile. A travers le temps, cette construction a subi différentes modifications et améliorations mais certaines parties ont bien fonctionné durant 90 ans.

Le Lago di Cadagno

Le Lago di Cadagno constitue un des principaux pôles scientifiques d'attraction du Val Piora. Ce plan d'eau, d'origine glaciaire, est d'une profondeur maximale de 21 m. Il présente une stratification permanente due à un phénomène naturel rare, connu sous le nom de «meromixité crénogénique». En effet, grâce à la présence de sources sous-lacustres riches en sels minéraux dissous (calcium, magnésium, sulfates et carbonates) et donc denses et anoxiques, la couche inférieure (monimolimnion), ne se mélange jamais avec la couche supérieure (mixolimnion), pauvre en sels minéraux et riche en oxygène. Dans la zone de transition, à environ 12 mètres de profondeur (chimocline) se créent les conditions idéales pour le développement d'une communauté bactérienne

con i suoi quattro gruppi generatori ha una potenza totale di 44 MW e produce all'anno in media 153 mio. di kWh di energia pregiata. Questa produzione corrisponde circa all'8% dell'energia che annualmente viene consumata per la trazione dei treni in Svizzera. In pratica la produzione annuale del Ritóm potrebbe servire a far transitare 10000 treni merci da Bellinzona ad Arth-Goldau. L'impianto del Ritóm può essere considerato un impianto pionieristico e un esempio di arte ingegneristica solida, efficiente e duratura. Nel corso degli anni sono stati effettuati diversi cambiamenti e ammodernamenti ma alcune parti essenziali dell'impianto sono in servizio da quasi 90 anni.

Lago Cadagno

La regione di Piora è considerata una delle culle della limnologia (lo studio delle acque dolci) per il suo eccezionale patrimonio idrico. Per questo motivo la regione è studiata da oltre due secoli da naturalisti e ricercatori in scienze biologiche. Questo specchio d'acqua, di origine glaciale, ha una profondità massima di 21 m. Attualmente, ad attirare l'attenzione dei ricercatori sono soprattutto le acque del Lago di Cadagno, che presentano una rara stratificazione permanente dovuta ad un fenomeno naturale chiamato «meromissi crenogenica» (esistenza per ragioni naturali di due strati d'acqua sovrapposti che non si mescolano mai). Questo fenomeno può essere studiato con la stessa ampiezza solo in rari Laghi della Terra, fra i quali il Lago del Faro (Messina). Lo strato inferiore dell'acqua del Lago di Cadagno è ricco di sali disciolti provenienti da sorgenti solforose sotto-lacustri ed è separato da quello superiore, normalmente ossigenato e povero di sali minerali. Tra le due parti, che sono come due laghi sovrapposti, si creano le condizioni ideali per lo sviluppo massiccio di batteri fotosintetici anaerobici appartenenti alla specie Chromatium okenii. Questa fascia batterica conferisce una colorazione rossa ad uno strato d'acqua di spessore variabile nell'arco dell'anno dai 70 ai 150 cm. Essa può svilupparsi in quanto, ad una profondità compresa tra gli 11 e 13 metri, una buona

photosynthétique qui, en absence d'oxygène, est en mesure d'utiliser des sulfates provenant du fond du lac pour leur métabolisme (fig. 23, 24). Cette communauté, composée principalement de la bactérie *Chromatium okenii* (espèce clef), confère à une couche d'eau, d'une épaisseur de 70 à 150 cm, une coloration rouge, liée à un pigment caractéristique contenu dans les cellules bactériennes, l'okenone. Le rôle des bactéries photosynthétiques vertes et pourpres est également important pour leur contribution à la production primaire. En effet, le développement du phytoplancton se répercute sur toute la chaîne trophique en rendant le lac particulièrement poissonneux. Le lac se révèle un laboratoire naturel privilégié pour les études de l'écologie et de la diversité microbienne, pour la compréhension du rôle des microorganismes dans les cycles bio - géochimiques globaux et dans l'évolution de la vie sur la terre. L'Institut Cantonal de Microbiologie de Bellinzona, par son Laboratoire d'écologie microbienne (LEM, associé à



Figure 23: plateforme d'échantillonnage du Centre de biologie alpine sur le Lago di Cadagno.

Figura 23: piattaforma di campionatura del Centro di biologia alpina sul Lago di Cadagno.

penetrazione della luce, che permette la fotosintesi batterica s'affianca all'assenza d'ossigeno che consente il metabolismo anaerobico dei batteri i quali si nutrono di idrogeno solforato. I batteri purpurei costituiscono così un filtro biologico e impediscono all'idrogeno solforato e ad altri componenti tossici (come metano ed ammoniaca) o trofogeni (come i fosfati) di salire nelle acque degli strati superiori. Queste ricerche si sono rivelate importanti per decidere la realizzazione del nuovo Centro. Infatti, allo scopo di incentivare le attività didattico-scientifiche di livello universitario, lo Stato del Canton Ticino, in collaborazione con le università di Ginevra e di Zurigo, si è fatto promotore della trasformazione in laboratorio e infrastruttura d'accoglimento di due edifici rurali del XVI secolo: i «barc» di Piora. Inaugurato all'inizio degli anni '90, il Centro Biologia Alpina (CBA) di Piora costituisce la prima infrastruttura di livello universitario

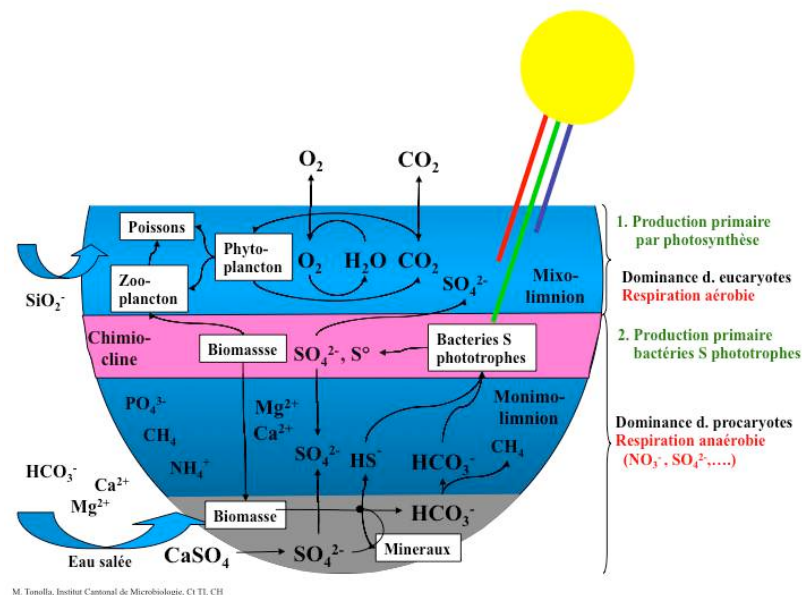


Figure 24: principaux processus physico-chimiques et biologiques du Lago di Cadagno.

Figura 24: principali processi fisico-chimici e biologici del Lago di Cadagno.

l'Université de Genève, actuellement: *Laboratorio di microbiologia applicata* LMA de la Haute école professionnelle de la Suisse italienne, SUPSI), en collaboration avec de nombreux instituts académiques nationaux, européens et américains, soutient les recherches tournées vers l'écologie microbienne (distribution, activités physiologiques, interactions). Ces synergies ont permis de développer des techniques de détection spécifiques (hybridation cellulaire en situ, DGGE) grâce auxquelles il a été possible de découvrir des espèces de bactéries phototrophiques et sulfatoréductrices jamais décrites jusqu'à maintenant (p. ex: *Thiocystis cadagnonensis* et *Thiocystis chemoclinalis*). Les développements et les implications biotechnologiques de ces études sont d'un grand intérêt pratique, surtout pour les propriétés dépolluantes de certaines bactéries hydriques. Les recherches ont donné naissance jusqu'à maintenant à plus de 260 publications scientifiques concernant l'hydrobiologie, la microbiologie, et les sciences naturelles en général.

realizzata sul territorio ticinese con un sussidio federale.

*Attualmente, la Fondazione CBA con il Laboratorio di microbiologia applicata LMA della Scuola Universitaria professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), in collaborazione con numerosi istituti accademici nazionali, europei e americani, sostiene le ricerche volte verso l'ecologia microbica (distribuzione, attività fisiologiche, interazioni). Queste sinergie hanno permesso lo sviluppo di tecniche di rivelazione specifiche (ibridazione cellulare in situ (DGGE) grazie alle quali è stato possibile scoprire delle specie di batteri fototropici e solfatoriduttrici mai descritti prima. (p.es.: *Thiocystis cadagnonensis* e *Thiocystis chemoclinalis*). Gli sviluppi e le implicazioni biotecnologiche di queste ricerche sono di un grande interesse pratico, soprattutto per le proprietà disinquinanti di alcuni batteri idrici. Le ricerche hanno dato nascita fin qui a più di 260 pubblicazioni scientifiche sull'idrobiologia, la microbiologia e le scienze naturali in generale.*

Bibliographie / Bibliografia

- Peduzzi, R. 1990 : Etude d'un filtre bactérien retenant les composés toxiques et trophogènes dans un lac alpin (Lac de Cadagno, Massif du St.Gothard), Cahiers de la Faculté des Scences, Univ. Genève, 20, 121-133.
- Tonolla M. & Peduzzi R. 2006 : Les adaptations aux conditions extrêmes. Lake Cadagno, a model for microbial ecology, Documenta (ISSN 1424-4993) Centro di Biologia Alpina Piora, Milieux extrêmes: conditions de vie en milieu alpin et milieu marin, vol. 3, 21-52.

Liste complète des publications, voir www.cadagno.ch / *Per la lista completa delle pubblicazioni vedi: www.cadagno.ch*

Chimie des eaux

Comme effet miroir de la géologie variée du Val Piora, les eaux des sources et des rivières montrent des compositions très différentes, tant dans la nature des éléments dissous que dans leur concentration. La chimie des eaux dépend essentiellement de la nature des roches du bassin versant (particulièrement minéraux silicatés tels le quartz, les feldspaths, les amphiboles; ou carbonatés comme la calcite ou la dolomie), de la température, du pH et des conditions d'oxydoréduction des eaux et des sols. La mesure des paramètres des eaux (température, pH, conductivité électrique) et de leur chimisme donne des indications sur l'origine et leur parcours dans le bassin versant. Les conductivités électriques des eaux varient de quelques $\mu\text{S}/\text{cm}$ à plus de $1200 \mu\text{S}/\text{cm}$, alors que la température des différentes sources varie de 2 à 12°C , en fonction de la longueur du trajet souterrain des eaux (fig. 25).

Les eaux de fonte de la neige et des névés sont très peu chargées en ions en solution; elles présentent des températures et des conductivités électriques très faibles, de l'ordre de 5 à $10 \mu\text{S}/\text{cm}$. Par exemple, le « Riale di Fontanella » qui draine la zone sud du val Piora et se jette dans le Ritóm, est essentiellement issu de la fonte. A l'autre extrémité de la gamme des concentrations, les sources situées sous la chapelle San Carlo présentent des valeurs de conductivité extrêmement élevées, pouvant atteindre plus de $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$. Ces fortes valeurs résultent de concentrations élevées en sulfate, calcium et magnésium. Il est à remarquer qu'on n'a pas trouvé dans le val Piora de roches contenant des sulfates (gypse), mais qu'elles sont présentes dans le « Synclinal de Piora » dans le Val Canaria et le Val Bedretto en direction du Col du Nufenen. Ces eaux chargées en sulfate sont à l'origine de la meromicticité du Lago di Cadagno.

Figure 25: mesure de la température et de la conductivité électrique dans une source du Val Piora.

Figura 25: misura della temperatura e della conduttività elettrica in una sorgente della Val Piora.

Come effetto, specchio della geologia variata della Val Piora, le acque delle sorgenti e dei fiumi mostrano composizioni molto differenti, tanto nella natura degli elementi dissolti quanto nelle loro concentrazioni. La chimica delle acque dipende essenzialmente dalla natura delle rocce del bacino imbrifero (particolarmente minerali silicati come quarzo, feldspato, anfiboli; o carbonatati come calcite o dolomia), dalla temperatura, dal pH e dalle condizioni di ossidoriduzione delle acque e dei suoli. La misura dei parametri delle acque (temperatura, pH, conduttività elettrica) e del loro chimismo fornisce indicazioni sull'origine e il percorso delle acque nel bacino imbrifero. Le conduttività elettriche delle acque variano da qualche $\mu\text{S}/\text{cm}$ a più di $1200 \mu\text{S}/\text{cm}$, mentre la temperatura delle varie sorgenti va da 2 a 12°C , a seconda della lunghezza del tragitto sotterraneo delle acque (fig. 25). Le acque di scioglimento di neve e nevai sono scarsamente cariche di ioni in soluzione; esse presentano temperature e conduttività elettriche molto deboli, da circa 5 a $10 \mu\text{S}/\text{cm}$. Per esempio, il « Riale di Fontanella » che drena la zona sud della val Piora e si getta nel Lago Ritóm, trova essenzialmente la sua origine nello scioglimento. All'altra estremità della



gamma di concentrazioni, le sorgenti situate sotto la cappella San Carlo presentano valori di conduttività estremamente elevati, che raggiungono più di $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$. Questi valori alti risultano da concentrazioni elevate di solfati, calcio e magnesio. Bisogna qui notare che non sono state trovate nella Val Piora rocce contenenti solfati (gesso), ma che sono presenti nella « Sinclinale di Piora »: nella Val Canaria e la Val Bedretto in direzione del passo della Novena. Queste acque cariche di solfati sono all'origine della meromissità del Lago di Cadagno.

1.4. Biologie: Flore et faune

Grâce à la grande diversité d'espaces vitaux dans une aire restreinte, l'environnement alpin offre une variété d'espèces extraordinaire et souvent surprenante, adaptées à vivre dans des conditions extrêmes.

Tout en restant très incomplète, la recherche scientifique sur le Val Piora connaît une histoire d'au moins deux siècles, concentrées essentiellement sur les aspects géologiques, hydrobiologiques et floristiques, complétés par des rapports de l'Office de la chasse et de la pêche, ou encore des enquêtes relatives à des groupes taxonomiques particuliers. En revanche, les recherches approfondies et les publications relatives à la faune sont peu nombreuses, surtout en ce qui concerne les invertébrés. Une grande impulsion a été donnée en 2010, année internationale de la biodiversité. Le Musée cantonal d'histoire naturelle, en collaboration avec la Société tessinoise des sciences naturelles et le Centre de biologie alpine (CBA) a alors organisé, pendant deux jours et avec le concours d'une cinquantaine de spécialistes, une intense recherche sur différents groupes d'organismes présents. Les résultats, publiés en 2012 dans la série des « Mémoires » de la

Figure 26, à gauche: lis orangé (*Lilium bulbiferum* ssp.) sous une falaise de gneiss à grenats. Droite haut: gentiane de Koch (*Gentiana acaulis*) et bas dryade à huit pétale (*Dryas octopetala*) sur sol carbonaté.

Figura 26, a sinistra: giglio rosso (*Lilium bulbiferum* ssp.) ai piedi di una parete rocciosa di gneiss a granati. A destra in alto: genzianella o genziana di Koch (*Gentiana acaulis*) e sotto: camedrio alpino (*Dryas octopetala*) su suolo carbonatato.

1.4. Biologia: flora e fauna

Grazie alla grande diversità di spazi vitali in un'area ristretta, l'ambiente alpino offre una varietà di specie straordinaria e spesso sorprendente, adatte a sopravvivere in condizioni estreme.

Benché resti incompleta, la ricerca scientifica sulla Val Piora ha una storia che risale ad almeno due secoli, concentrata essenzialmente negli aspetti geologici, idrobiologici e floristici, completati dai rapporti dell'Ufficio della caccia e della pesca, ma anche da inchieste relative a gruppi tassonomici particolari. In compenso, le ricerche approfondite e le pubblicazioni relative alla fauna sono poco numerose, soprattutto per quel che concerne gli invertebrati. Una forte impulsione è stata data nel 2010, anno internazionale della biodiversità. Il Museo cantonale di storia naturale, in collaborazione con la Società ticinese delle scienze naturali e il Centro di biologia alpina ha allora organizzato, durante due giorni e con la partecipazione di una cinquantina di specialisti, un'intensa ricerca sui vari gruppi di organismi presenti. I risultati, pubblicati nel 2012



Société tessinoise des sciences naturelles (volume 11), ont mis en évidence le fait qu'il reste encore beaucoup de nouvelles espèces à découvrir et ont démontré l'utilité de ce type d'enquête pour faire avancer la connaissance de la richesse de l'environnement et la dynamique des populations.

Flore

Il est impossible de décrire brièvement et de façon exhaustive l'extraordinaire richesse floristique du Val Piora qui, grâce à la conjonction favorable de facteurs environnementaux, géologiques et climatiques, constitue un phénomène exceptionnel pour les Alpes du Sud. Il s'agit en effet d'une des zones les plus riches de l'Arc alpin, avec plus de 1000 espèces de végétaux: 511 espèces de plantes vasculaires (données du Centre du Réseau Suisse de Floristique CRSF, auxquelles s'ajoutent les nouvelles observations enregistrées durant les «48 heures de la biodiversité» en 2010), 400 espèces de bryophytes (données du Nationales Inventar der Schweizer Moosflora, Zürich, NISM), 172 espèces de champignons (données du Nationales Inventar der Schweizer Pilzflora WSL, Birmensdorf auxquelles s'ajoutent celles des collections mycologiques du Musée Cantonal d'Histoire Naturelle à Lugano) et enfin 177 espèces de lichens (données acquises pendant les «48 heures de la biodiversité» en 2010). On fera référence ci-après aux plus récentes contributions sur la flore de la région (Hainard 1986, Selldorf et Geissler, 1984, 1986, Zanon 1996). Une cartographie récente de la végétation du pourtour du Lago di Cadagno est reproduite à la fig. 27 (Massy 2011).

Le versant abrupt situé à l'est du Lago di Ritóm est couvert par l'une des forêts de mélèzes (*Larix decidua*) et d'arolles (*Pinus cembra*) les plus vastes du Tessin, avec celle du Lukmanier. On y rencontre également le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*) et l'aulne vert (*Alnus viridis*). Ce dernier colonise les pentes rocheuses et les rives ; il constitue, en face de l'alpage de Piora, une brousse impénétrable. Dans ce sous-bois et dans les pâturages moins exploités on trouve – entre autres – l'ancolie des Alpes (*Aquilegia alpina*), rare et protégée, ainsi que la campanule en thyrses (*Campanula thyrsoidea*). Dans les pâturages des versants orientés au sud, la flore herbacée se révèle particulièrement diversifiée. Parmi les espèces protégées au niveau cantonal, on peut trouver le lis orangé (*Lilium bulbiferum croceum*, fig. 26), le lis martagon (*Lilium martagon*), la nigritelle rouge (*Nigritella rubra*), l'orchis globuleux (*Orchis globosa*). On peut ajouter à cela

nella serie delle « Memorie » della Società ticinese delle scienze naturali (volume 11), hanno evidenziato il fatto che restano ancora da scoprire molte specie e dimostrato l'utilità di questo tipo di inchiesta per far avanzare la conoscenza della ricchezza straordinaria di questo ambiente e la dinamica delle popolazioni.

Flora

E' impossibile descrivere brevemente e in maniera esauriente la ricchezza floristica straordinaria della Val Piora che, grazie alla combinazione di fattori ambientali, geologici e climatici, costituisce un fenomeno eccezionale nelle Alpi del Sud.

Si tratta infatti di una delle zone più ricche dell'Arco alpino, con più di 1000 specie di vegetali: 511 specie di piante vascolari (dati del Centro della Rete Svizzera di Floristica CRSF, alla quale si aggiungono le nuove osservazioni registrate durante le «48 ore della biodiversità» nel 2010), 400 specie di briofite (dati del Nationales Inventar der Schweizer Moosflora, Zürich.

NISM), 172 specie di funghi (dati del Nationales Inventar der Schweizer Pilzflora WSL, Birmensdorf al quale si aggiungono quelle delle collezioni micologiche del Museo Cantonale di Storia Naturale di Lugano) e infine 177 specie di licheni (dati acquisiti durante le «48 ore della biodiversità» nel 2010). Si farà riferimento in seguito ai più recenti contributi sulla flora della regione (Hainard 1986, Selldorf & Geissler, 1984, 1986, Zanon 1996). Una cartografia recente della vegetazione intorno al Lago di Cadagno è riprodotta alla fig. 27 (Massy 2011).

*Il versante a forte pendenza situato a est del Lago Ritóm è popolato da uno dei boschi di larici (*Larix decidua*) e di cembri (*Pinus cembra*) più estesi del Ticino, con quello del Lucomagno. Qui troviamo anche il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*) e l'ontano verde (*Alnus viridis*). Quest'ultimo colonizza i pendii rocciosi e le rive e costituisce, di fronte all'alpeggio di Piora, una savana impenetrabile. In questo sottobosco e nei pascoli meno sfruttati si trova, tra l'altro, l'aquilegia alpina (*Aquilegia alpina*), rara e protetta, così come la campanula gialla (*Campanula thyrsoidea*). Nei pascoli sui versanti orientati a sud, la flora erbacea si rivela particolarmente diversificata. Tra le specie protette a livello cantonale, si può trovare il giglio rosso (*Lilium bulbiferum croceum*, fig. 26), il giglio martagone (*Lilium martagon*), la nigritella rossa (*Nigritella rubra*), l'orchidea dei pascoli (*Orchis**

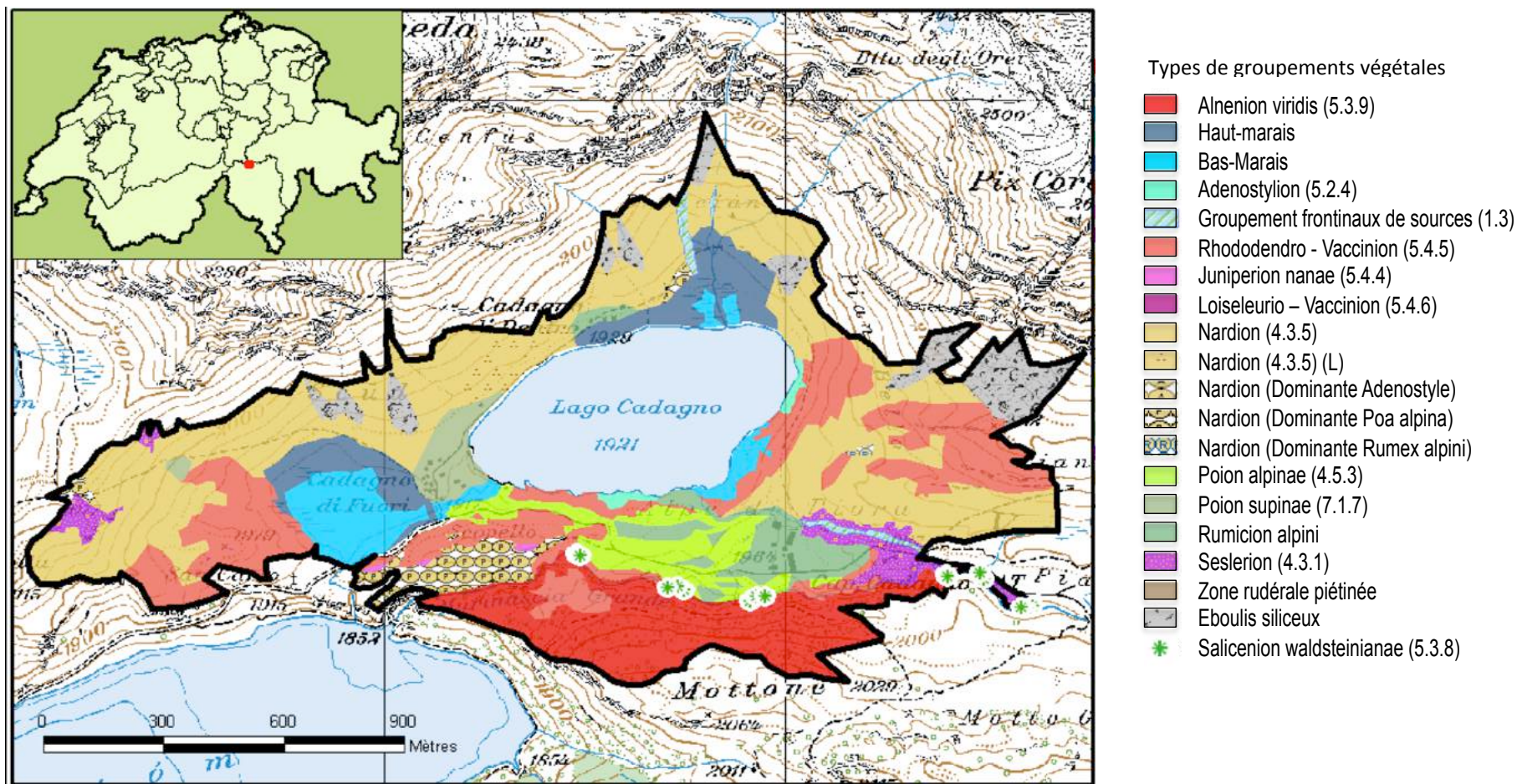


Figure 27: cartographie de la flore du bassin versant du Lago Cadagno (Massy 2011). La carte est basée sur la classification proposée par le Guide des milieux naturels de Suisse: seconde édition (Delarze et Gonseth 2008). Les codes numériques de chaque groupement correspondent à ceux de cet ouvrage. Reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA15003).

Figura 27: cartografia della flora del bacino imbrifero del Lago Cadagno (Massy 2011). La carta è basata sulla classificazione proposta dalla Guida degli ambienti naturali della Svizzera: seconda edizione (Delarze et Gonseth 2008). I codici numerici di ogni specie vegetale corrispondono a quelli di questo lavoro. Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003).

des espèces plus communes, mais non moins belles comme l'aster des Alpes (*Aster alpinus*), le dryade à huit pétales (*Dryas octopetala*, fig. 26), l'aconit napel (*Aconitum napellus*), l'achillée à grandes feuilles (*Achillea macrophylla*), la paradisie (*Paradisea liliastrium*) et la pulsatille soufrée (*Pulsatilla alpina* ssp. *apiifolia*) et la plus rare pulsatille du printemps (*Pulsatilla vernalis*).

Les pierriers sont des biotopes d'une richesse spécifique exceptionnelle. Les formations végétales qui les colonisent dépendent étroitement du type de substrat lithologique. Le long des chaînes de montagnes situées aux confins de la Levantine et dans le Val Cadlmo se trouvent des prairies sur pierriers siliceux, particulièrement riches - entre autres - en renoncule des glaciers (*Ranunculus glacialis*), luzule marron (*Luzula alpinopilosa*), benoîte rampante (*Geum reptans*), oxyria à deux styles (*Oxyria digyna*), achillée naine (*Achillea nana*). Sur les roches carbonatées on signale le saxifrage bleuâtre (*Saxifraga caesia*), la stipe pennée (*Stipa pennata*), l'astragale de Lienz (*Astragalus leontinus*), la saussurée à feuilles discolores (*Saussurea discolor*), et l'herniaire des Alpes (*Herniaria alpina*).

Comme mentionné plus haut, la région est également caractérisée par de nombreux biotopes humides qui ont déjà fait l'objet d'études approfondies (Koch 1928 ; Geissler et Selldorf 1986). La tourbière appelée Bolle di Fuori (fig. 28) héberge de nombreuses communautés floristiques comprenant des espèces rares de plantes à fleur (*Carex pauciflora* et *C. magellanica*, *Drosera anglica*, *Utricularia minor* pour n'en citer que certaines) ou de mousses, ces dernières étant représentées par plus de 100 espèces. Parmi les sphaignes, caractéristiques de ces milieux strictement protégés, on rencontre *Paludella squarrosa*, *Meesia triquetra* et *Calliergon trifarium*, considérées comme reliques de la dernière période glaciaire.

Le Centre de Biologie Alpine conserve dans un herbier les specimens récoltés entre 2009 et 2013 par le professeur Rodolphe Spichiger des Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève, à l'occasion de stages universitaires (un double de l'herbier est conservé au Conservatoire et Jardin Botanique de la Ville de Genève). Parmi les plantes rencontrées sur l'alpage, certaines herbes fourragères sont très recherchées pour la production de lait. On attribue à leur arôme la saveur si particulière du fromage de l'Alpe di Piora. Les bovins sont friands de la ligustique mutelline (*Ligusticum mutellina*), appelée « mutarina » en langage local; également connues sous le terme de « erba del burro » (herbe à beurre), les polygales (étymologiquement « beaucoup de lait ») (*Polygala calcarea*, *Polygala*



Figure 28: marais de Cadagno (ou: Bolle) di Fuori (octobre 2014).

Figura 28: palude (o bolle) di Cadagno di Fuori (ottobre 2014).

globosa). Si possono aggiungere specie più comuni, ma non meno belle come l'astro alpino (*Aster alpinus*), la lupinella alpina (*Hedysarum hedysaroides*) il camedrio alpino (*Dryas octopetala*, fig. 26), l'aconito napello (*Aconitum napellus*), millefoglio delle radure (*Achillea macrophylla*), la paradisie (*Paradisea liliastrium*), l'anémone gialla (*Pulsatilla alpina* ssp. *apiifolia*) e la più rara anemone primaverile (*Pulsatilla vernalis*).

Le pietraie sono biotopi di una ricchezza specifica eccezionale. Le formazioni vegetali che le colonizzano dipendono strettamente dal tipo di substrato litologico. Lungo le catene delle montagna situate ai confini della Levantina e della Val Cadlmo si trovano pascoli su pietraie siliciose, particolarmente ricche tra l'altro del Ranuncolo glaciale (*Ranunculus glacialis*), luzula (*Luzula alpinopilosa*), ambretta strisciante (*Geum reptans*), acetosa di montagna (*Oxyria digyna*), achillea nana (*Achillea nana*). Sulle rocce carbonatate possiamo citare la sassifraga bluastro (*Saxifraga caesia*), la stipa pennata (*Stipa pennata*), l'astragalo di Lienz (*Astragalus leontinus*), la saussurea cordata (*Saussurea discolor*), *Saussurea alpina* e l'erniaria alpina (*Herniaria alpina*).

comosa, *Polygala amara*, *Polygala alpestris*), la crépide orangée (*Crepis aurea*), le plantain des Alpes (*Plantago alpina*) et le trèfle des Alpes (*Trifolium alpinum*).

Nous invitons donc les naturalistes et autres passionnés de botanique à parcourir la vallée et à découvrir la belle végétation de ces lieux, notamment en suivant les itinéraires proposés dans ce guide.

Bibliographie / Bibliografia

- Ceschi, I. 2006: Il bosco del Cantone Ticino, Dipartimento del Territorio.
- Delarze, R. & Gonseth, Y. 2008: Guide des milieux naturels de Suisse: deuxième édition, Rossolis.
- Geissler, P. & Selldorf, P. 1984: Piora un gioiello delle nostre montagne e un manuale per lo studio dell'ecologia alpina in una regione protetta, Nostro Paese 36 (163), pp.325-340.
- Geissler, P. & Selldorf, P. 1986: Vegetationskartierung und Transektanalyse im subalpinen Moor von Cadagno di Fuori (Val Piora, Ticino), Saussurea 17, pp.35-70.
- Hainard, P. 1986: Excursion botanique au Val Piora, Bollettino STSN 74, pp. 117-123.
- Massy, J.E. 2011: Région du Lac Cadagno, Val Piora : Changements environnementaux et développement durable d'une région de montagne de moyenne altitude : Evolution et état actuel de la couverture végétale. Mém. MUSE, Univ. De Genève, inédit.
- Spinelli A. & Vust M. 2011: La Val Piora: primo approccio a un mondo ricco di licheni ancora poco esplorato, Bollettino STSN 99, pp. 39-52.
- Zanon, P.L. 1996: Escursione botanica settembrina da Cadagno di Fuori ai laghetti di Taneda, Nostro Paese 48 (233), pp.37-46.
- Zoller, H. 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. - Denkschr. Schweiz. nat.forsch. Ges., 83, 45-156

Come già menzionato, la regione è caratterizzata dai numerosi biotopi umidi che sono già stati oggetto di studi approfonditi (Koch 1928 ; Geissler e Selldorf 1986). La torbiera chiamata Bolle di Fuori (fig. 28) ospita numerose comunità floristiche di cui fanno parte specie rare di piante da fiore (*Carex pauciflora* e *C. magellanica*, *Drosera anglica* *D. rotundifolia*, *Utricularia minor*, *Pinguicula alpina* per citarne solo alcune) o di muschi, questi ultimi rappresentati da più di 100 specie. Tra gli sfagni, caratteristici di questi ambienti e strettamente protetti, si incontrano *Paludella squarrosa*, *Meesia triquetra* e *Calliergon trifarium*, Considerate come reliquie dell'ultimo periodo glaciale.

Il Centro di Biologia Alpina conserva in un erbario i campioni raccolti tra il 2009 e il 2011 dal professor Rodolphe Spichiger del Conservatoire e Jardin Botanique di Ginevra, in occasione di corsi universitari (una copia dell'erbario è conservata al Conservatoire et Jardin Botanique de la Ville de Genève). Tra le piante trovate sull'alpe, alcune erbe da foraggio sono molto ricercate per la produzione lattifera. Si attribuisce al loro aroma il sapore così particolare del formaggio dell'Alpe di Piora. I bovini sono golosi della mutellina (*Ligusticum mutellina*), chiamata « mutarina » in dialetto locale; sono conosciute pure sotto il nome di «erbe del burro», le polygalacee (etimologicamente «molto latte») (*Polygala calcarea*, *Polygala comosa*, *Polygala amara*, *Polygala alpestris*), la radichiella aranciata (*Crepis aurea*), la piantaggine alpina (*Plantago alpina*) e il trifoglio alpino (*Trifolium alpinum*).

Invitiamo caldamente gli appassionati di botanica a percorrere la valle lungo il sentiero didattico del Lago Ritóm, partendo dalla diga. Una piccola guida su carta condurrà il visitatore e lo inizierà alle curiosità del sito lungo il percorso ricco di informazioni storiche e naturalistiche.

Faune

La vallée de Piora se distingue pour son abondance en espèces de mammifères. On remarque d'abord les habitants typiques de la montagne : bouquetins (*Capra ibex*), chamois (*Rupicapra rupicapra*), cerfs rouges (*Cervus elephas*), chevreuils (*Capreolus capreolus*), marmottes (*Marmota marmota*, fig. 29) (et même des marmottes blanches!), l'hermine (*Mustela erminea*), la belette (*Mustela nivalis*), la martre zibeline (*Martes zibellina*) ont trouvé ici un habitat idéal en compagnie de micromammifères rongeurs (souris, campagnols, loirs) et d'insectivores (musaraignes, taupes). Le rat alpin sauvage (*Apodemus alpicola*) a été trouvé pour la première fois dans le Canton pendant les «48 heures de la biodiversité». Selon le Centre suisse pour la cartographie de la faune (CSCF), l'unique espèce vérifiée parmi les reptiles est le lézard vivipare (*Zootoca vivipara*). Les serpents ne sont pas fréquents; *Vipera aspis* a été signalée deux fois en 2014, tandis que les amphibiens sont présents avec deux espèces, la grenouille rousse (*Rana temporaria*, fig. 30a) et le triton alpestre (*Mesotriton alpestris*, fig. 30b). La mystérieuse et (au Tessin) rare salamandre noire (*Salamandra atra*) fut aperçue seulement en 1987 près des petits lacs de Taneda et en 2009 sur le sentier didactique du Ritóm. Les poissons (huit espèces de salmonidés, cyprinidés et chabots) sont le résultat d'apports répétés et artificiels pour la pêche. Un exemple concerne le relâchement bien documenté de l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) en 1915. Cette pratique a également causé de grands problèmes, par exemple avec l'introduction de la truite canadienne (*Salvelinus namaycush*), connue pour être particulièrement vorace.

Le Val Piora fait partie, avec les deux autres vallées alpines de Santa Maria et Cadlimo, d'une aire de protection des oiseaux d'importance mondiale (IBA, *Important Bird Areas*, objet n°27 «Piora-Dötra»). Plus de 40 espèces d'oiseaux nicheurs sont recensés à Piora, auxquelles il convient d'ajouter une trentaine d'espèces d'oiseaux de passage, ou en migration. Parmi les habitants de la forêt difficiles à observer on note le cassenoix moucheté (*Nucifraga caryocatactes*) au plumage tacheté, indispensable allié de l'arolle dans la dispersion de ses graines. Le rougequeue noir (*Phoenicurus ochrurus*), le pipit spioncelle (*Anthus spinoletta*) et le traquet motteux *Oenanthe oenanthe* fig. 31a) peuplent abondamment les pâturages. Avec un peu de patience, on peut observer sur les rochers parsemés dans les (pâturages au pied des falaises le très coloré monticole de roche (*Monticola saxatilis* fig 31b).

Fauna

La valle di Piora si distingue per la sua abbondanza di specie di mammiferi : si incontrano prima di tutto gli abitanti tipici della montagna: stambecchi (*Capra ibex*), camosci (*Rupicapra rupicapra*), cervi (*Cervus*), caprioli (*Capreolus capreolus*), marmotte (*Marmota marmota*, fig. 29) (e pure marmotte bianche!), l'ermellino (*Mustela erminea*), la donnola (*Mustela nivalis*), la martora (*Martes martes*) hanno trovato qui un habitat ideale in compagnia di micromammiferi roditori (topo, topo campagnolo, ghio) e di insettivori (toporagno, talpa). Il campagnolo alpestre (*Apodemus alpicola*) è stato trovato per la prima volta nel Canton Ticino durante le «48 ore della biodiversità». Secondo il Centro Svizzero per la cartografia della fauna (CSCF), la sola specie di rettile trovata è la lucertola vivipara (*Zootoca vivipara*). I serpenti non sono frequenti: la vipera aspide (*Vipera aspis*) è stata segnalata due volte in 2014, mentre che gli anfibi sono presenti con due specie, la rana alpina (*Rana temporaria*, fig. 30a) e il tritone alpino (*Mesotriton alpestris*, fig. 30b). La misteriosa e in Ticino rara salamandra nera (*Salamandra atra*) è stata scorta solo nel 1987 vicino ai laghetti di



Figure 29: famille de marmotte (*Marmota marmota*) dans le Val Frippon, à l'est du Centre de biologie alpine.

Figura 29: famiglia di marmotte (*Marmota marmota*) nella Val Fripp, a est del Centro di biologia alpina.

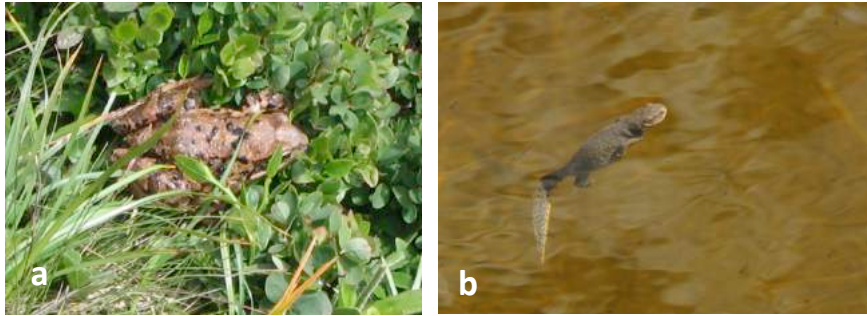


Figure 30a: grenouille rousse (localisation: Pian Murinascia); **b:** Triton alpestre (localisation: Motto Giübin).

Figura 30a: rana alpina (luogo: Pian Murinascia); **b:** Tritone alpino (luogo: Motto Giübin).

A l'ouest du CBA nichent plusieurs couples de tairiers des prés (*Saxicola rubetra*) et des merles à plastron (*Turdus torquatus*). La Murinascia, rivière principal du val, abrite des bergeronnettes des ruisseaux (*Motacilla cinerea*) et des cincles plongeurs (*Cinclus cinclus*).

L'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) et le faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) passent devant les parois rocheuses au dessus de Piora. On y rencontre également la niverolle alpine (*Montifringilla nivalis*) qui niche jusqu'à 2500 m d'altitude, comme le chocard à bec jaune (*Pyrrhocorax graculus*) et le tichodrome échelette (*Tichodroma muraria*). Les gallinacés sont représentés par la perdrix bartavelle (*Alectoris graeca*), le lagopède alpin (*Lagopus muta*) et le tétra lyre (*Tetrao tetrix*), dont il est possible de voir les parades tôt le matin au printemps.

Depuis la fin des années 1980, la belle gorgebleue à miroir, sous-espèce à miroir roux (*Luscinia svecica svecica* fig. 20), devenue le symbole de CBA, niche de façon irrégulière dans la zone. Le Val Piora, avec le Val Bedretto, est un des dix sites de nidification de cette espèce rare en Suisse. La pression exercée par certains photographes peut scrupuleux semble avoir fait fuir pendant quelques années ce rare nicheur qui est maintenant de retour.



Figure 31a: traquet motteux (mâle) (*Oenanthe oenanthe*). **b:** monticole de roche (mâle) (*Monticola saxatilis*).

Figura 31a: culbianco maschio (*Oenanthe oenanthe*). **b:** codirossone maschio (*Monticola saxatilis*).

Taneda e nel 2009 sul sentiero didattico del Ritóm. I pesci (otto specie di salmonidi, e scorfani) sono il risultato di ripetuti apporti artificiali per la pesca. Un esempio concerne il rilascio di salmerini alpini (*Salvelinus alpinus*) nel 1915. Questa prassi ha ugualmente causato gravi problemi, per esempio con l'introduzione della trota canadese (*Salvelinus namaycush*), conosciuta per essere particolarmente vorace.

La Val Piora fa parte, con le altre due valli alpine di Santa Maria e Cadlimo, di un'area di protezione degli uccelli d'importanza mondiale (IBA, Important Bird Areas, oggetto n°27 «Piora-Dötra»). Più di 40 specie di uccelli nidificatori sono stati identificati a Piora, alle quali si devono aggiungere una trentina di specie di uccelli di passaggio o in migrazione. Tra gli abitanti del bosco difficili da osservare si annovera la nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*) dal piumaggio macchiettato, indispensabile alleata del cembro per la disseminazione dei suoi semi. Il codirosso spazzacamino (*Phoenicurus ochrurus*), lo spioncello (*Anthus spinoletta*) e il culbianco (*Oenanthe oenanthe* fig. 31a) popolano abbondantemente i pascoli. Con un pò di pazienza, si può osservare sulle rocce affioranti nei pascoli, ai piedi delle pareti rocciose, il coloratissimo codirossone (*Monticola saxatilis* fig. 31b).

Le plus grand groupe d'animaux, mais également le moins connu est constitué par les insectes; on estime le nombre d'espèces présentes dans les Alpes à 30'000, dont 482 espèces sont recensées à Piora selon le Centre suisse de cartographie de la Faune. Les recherches, qui dans la région concernent principalement les papillons et les insectes aquatiques, restent toutefois peu détaillées.



Figure 32: gorgebleue à miroir roux (*Luscinia svecica svecica*).

Figura 32: pettazzurro a specchio rosso (*Luscinia svecica svecica*).

Bibliographie / Bibliografia

- Cereda, A. 1989: Prima nidificazione certa del Pettazzurro in Ticino, *Ficedula*, 1, 18-20.
- Graf R. & Kestenholz, M. 2002: Gli uccelli delle Alpi, Stazione ornitologica svizzera.
- Focarile, A. 1988: Ricerche sui coleotteri del Parco alpino della Val Piora, *Bollettino STSN* 76, pp.61-70.

Sotto al CBA nidificano alcune copie di stiacchini (*Saxicola rubetra*) e di merli dal collare (*Turdus torquatus*). La Murinascia, fiume principale della valle, ospita la ballerina gialla (*Motacilla cinerea*) e il merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*).

L'aquila reale (*Aquila chrysaetos*) e il gheppio (*Falco tinnunculus*) sorvolano le pareti rocciose sopra il Piora. Si incontra pure il fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*) che nidifica fino a 2500 m d'altitudine, ma anche il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*) e il picchio muraiolo (*Tichodroma muraria*). I gallinacci sono rappresentati dalla coturnice (*Alectoris graeca*), la pernice bianca (*Lagopus muta*) e il fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), alle parate nuziali dei quali si può assistere di prima mattina in primavera.

Dalla fine degli anni 1980, il bel pettazzurro, sottospecie a specchio rosso, (*Luscinia svecica svecica* fig. 32), diventato il simbolo del CBA, nidifica in maniera irregolare nella zona, nel 2014 è stato ancora segnalato. La Val Piora, con la Val Bedretto, è uno dei dieci siti di nidificazione in Svizzera di questa specie rara. La pressione esercitata da certi fotografi poco scrupolosi sembra aver fatto fuggire durante alcuni anni questo nidificatore raro.

Il gruppo di animali più numeroso, ma anche meno conosciuto, è costituito dagli insetti; si stima il numero di specie presenti nelle Alpi a 30'000, di cui 482 specie sono inventariate a Piora secondo il Centro svizzero di cartografia della Fauna. Le ricerche, che nella zona concernono soprattutto farfalle e insetti acquatici, sono però poco dettagliate.

- Macocchi, P. 1978: La trota canadese sotto accusa, *Aquicoltura tic.* 62, pp.46-47.
- Maddalena, T., Roesli – Mattei, M., Zaim, S. & Torriani, D. 2012: I mammiferi della Val Piora (Canton Ticino, Svizzera), *Memorie STSN*, Vol. 11.
- Polli, B. 2012: Pesci della Val Piora (Canton Ticino, Svizzera), *Memorie STSN*, Vol.11.

1.5 L'alpage de Piora

La commune de Quinto occupe 75,2 km² dont environ 35 km² font partie de l'alpage de Piora. Les pâturages alpins sont la source de revenus importants pour les agriculteurs locaux. La production de fromage alpin est économiquement encore plus intéressante pour les propriétaires de bétail: pendant que les vaches sont en train de se faire traire en altitude, ils peuvent récolter le foin à un niveau plus bas. La tradition pastorale est aussi essentielle pour l'entretien des paysages alpins. Dans les prés sans surveillance et sous-utilisés, la couverture florale et l'herbe tendent à se détériorer, défigurant alors le décor alpin tant apprécié par les touristes.

Dans le but de définir clairement les relations entre les propriétaires et leurs droits d'utilisation, la «vicinanza» (bourgeoisie) de Quinto – par un acte écrit de partage des terres datant de 1227 – assigna l'alpage de Zambasca-Prato et Ravina au hameau d'Umbrio (Ambri), Scriuenco (Piotta n'existait alors pas encore), et Zovo. L'alpage de Pigora (maintenant Piora), considéré comme étant la meilleure des trois prairies alpines fût assigné aux hameaux restants. Chaque hameau avait son propre troupeau et produisait son propre fromage sur différents niveaux («corti»). Encore de nos jours, seuls les descendants des vieilles familles «bourgeoises», appelés les «Boggesi», ont le droit d'envoyer leur bétail sur l'alpage, car il leur appartient. Les bourgeois qui possèdent une ferme agricole dans la commune de Quinto peuvent inscrire chaque tête de bétail qui peut passer l'hiver dans leur établissement dans la vallée. Tandis que les personnes qui ne sont pas fermiers de profession, qu'elles soient de nationalité suisse ou pas, ne peuvent inscrire qu'une vache chacune. En 1863 Luigi Lavizzari écrit : «Dans cette zone (c.-à-d. Piora), riche en prairies fertiles, il y a nombre d'excellents fromages, peut-être les meilleurs du Canton, qui sont produits dans de nombreuses fromageries». Pour augmenter la valeur de leurs produits, plusieurs fromagers des environs commencèrent à vendre leur fromage sous l'appellation «de genre Piora» ou «à la mode de Piora», et ne les nommaient pas suivant l'alpage où ils avaient été produits. À Piora, en 1846, 466 vaches produisaient 20'746 kg de fromage. De nouvelles lois imposèrent un quota de 250 vaches laitières par saison, 180 génisses et 180 veaux. Dans le Val Cadlimo, 600 moutons et 20 Yaks y passent l'été. La corporation des Boggesi de Piora administre l'alpage, quoique le fromage produit appartienne

1.5 L'Alpe di Piora

Il comune di Quinto si estende su di una superficie di 7522 ettari, di cui l'alpe Piora ne occupa ben 3500. Nell'ambito agricolo, gli alpeggi rappresentano un ramo di primaria importanza per i contadini locali. Il latte trasformato in formaggio d'alpe è economicamente più redditizio e permette di liberare il contadino dalla cura del bestiame durante i lavori di fienagione. Inoltre, l'alpeggio è assolutamente indispensabile per la salvaguardia del paesaggio. Prati incolti e alpeggi non caricati portano ad un degrado del tappeto erboso e floricolo e conseguentemente ad una deturpazione di un paesaggio alpino tanto apprezzato dai turisti e quindi perderebbe ogni attrattiva per il visitatore.

Onde definire chiaramente i rapporti di proprietà e i diritti di sfruttamento, la vicinanza di Quinto - con atto di divisione del 25 maggio 1227 - ha attribuito gli alpi di Zembasca-Prato e di Ravina alle vicinie (frazioni) di Umbrio (Ambri) Scriuenco (Scruengo, Piotta non esisteva ancora) e Zovo. Alle rimanenti vicinie venne assegnato l'alpe Pigora (Piora), ritenuto il migliore dei 3 alpi. Ogni vicinia aveva la propria boggia (mandria) e produceva indipendentemente il proprio formaggio sui diversi «corti». Ancora oggi, unicamente i discendenti delle famiglie patrizie di allora hanno il diritto - perché proprietari dell'alpe - di inviare bestiame sull'alpe. I patrizi con azienda agricola nel comune di Quinto possono notificare tutto il bestiame di loro proprietà svernato nell'azienda, mentre i non agricoltori, indipendentemente dal loro domicilio in patria o all'estero, possono notificare una vacca. Già nel 1863 Luigi Lavizzari scriveva: «In quei contorni (Lago di Cadagno) ricchi di pingui pascoli, veggonsi varie cascine ove si fanno eccellenti formaggi, forse i migliori del Cantone...». Per valorizzare i loro formaggi, gli alpi vicini smerciavano i loro prodotti sotto la denominazione formaggio «tipo Piora» o «uso Piora» tralasciando il nome del singolo alpe. Nel 1846 l'alpe era caricato con 466 vacche con una produzione di 20746 kg di formaggio. Attualmente il nuovo regolamento prevede un limite massimo di 250 vacche lattifere, di 108 manze e 180 sterli (manzette e vitelli). In Val Cadlimo pascolano 600 pecore e 20 jak. L'ufficio della Corporazione Boggesi Piora gestisce l'alpeggio mentre il formaggio prodotto appartiene ai singoli boggesi. Durante l'alpeggio si procede a 3 pesature del latte (sera e mattina) in differenti date ed ogni boggesse riceverà la quantità di formaggio corrispondente al latte prodotto dalle sue bovine. Prodotti secondari come

au prorata du lait fournit à la fromagerie. Durant la saison, le lait produit par chaque vache est pesé deux fois par jour (soir et matin) à trois dates différentes. Chaque «boggese» recevra une quantité différente de fromage, et cela en fonction du nombre de vaches qu'il possède et de la productivité de ces dernières. Les produits secondaires, tels que le babeurre (liquide laiteux qui se sépare du beurre au cours du barattage de la crème), et la ricotta sont directement vendus à l'alpage. Les vaches paissent sur les terres agricoles de Piora et de Carorescio (où durant la haute saison sont présents: 2 fromagers, 3 bergers, 2 valets d'écurie et 1 cuisinier) ; les génisses sont sur les prairies de Tom et Pinet (1 berger) et les veaux sont sur les prairies de Fontanella et du Passo dell'Uomo (1 fermier).

La qualité du fromage dépend de facteurs locaux : a) présence de roches sédimentaires d'origine carbonatée comprises entre les roches cristallines du Gothard et du Lukmanier; b) l'orientation est-ouest de la vallée de Piora et le fait qu'elle se trouve au-dessus de la limite des forêts lui permet d'être ensoleillée tout au long de la journée; c) de nombreux ruisseaux (58), lacs



burro di siero e zigra (ricotta) vengono venduti direttamente sull'alpe. Le vacche pascolano i corti di Piora e Carorescio (2 casari, 3 pastori, 2 stallieri e una cuoca); le manze i corti di Tom e Pinet (1 pastore) e gli sterli i corti di Ritóm, Fontanella e Passo dell'Uomo (1 pastore). L'alta qualità del formaggio Piora dipende da diversi fattori determinanti:

a) presenza di rocce sedimentarie di origine calcarea racchiuse fra le rocce cristalline del massiccio del San Gottardo e quelle della falda del Lucomagno; b) l'Alpe è situato interamente sopra il limite del bosco e l'ampia Val Piora si estende dolcemente da est a ovest cosicché entrambi i versanti sono esposti al sole durante tutta la giornata; c) abbondanza di corsi d'acqua (58) e numerosi laghi (21) con frequenti piogge (Val Piora versante sudalpino, Val Cadlino versante nordalpino); d) la variegata composizione geologica favorisce una grande biodiversità di erbe e fiori con predominanza di erbe foraggiere aromatiche, come il Ligusticum mutellina (erba mutarina), il Crepis alpestris (crepide dorato), la piantaggine alpina e i vari tipi di trifogli alpini. Questa pastura ricca e profumata senza malerbe, contribuisce in modo particolare alla formazione dei peculiari aromi e sapori del Piora e a conferire alla pasta una morbidezza e una delicata dolcezza che lo fa fondere al palato, un profumo discreto e gradevole e un gusto saporito e succulento che si accentua con l'età se ben conservato durante la maturazione.

Onde conservare la genuina identità e purezza del formaggio, in Piora si rinuncia spontaneamente alla somministrazione di foraggi concentrati come granaglie ecc. di dubbia provenienza, pur essendo permessi dalla DOP (Denominazione Origine Protetta) fino a 2 kg al giorno per vacca.

Nel 2014, con 257 mucche, la produzione di formaggio dell'Alpe di Piora ha raggiunto le 3'332 forme per un peso totale di 22'875 kg.

Figure 33: Alpe de Piora (premier plan: fromagerie) et poya des vaches.

Figura 33: Alpe di Piora (in primo piano: caseificio) e poya di mucche.

Bibliographie / Bibliografia

(21) et des pluies abondantes (sur le versant sud de la vallée de Piora et sur le versant nord de la vallée de Cadlimo); d) une grande diversité géologique favorise une grande diversité de la flore et une haute qualité d'herbe, avec une prédominance d'espèces fourragères aromatiques, tel que : *Ligusticum mutellina*, des crépides (*Crepis aurata*), des plantains (*Plantago alpina*), et quelques espèces de trèfle (flore lactogène). Ces prairies avec une grande diversité, dépourvues de «mauvaises herbes», jouent un rôle majeur dans la formation de l'arôme et du goût du fromage de Piora. La qualité de ces prairies confère à ce fromage ce moelleux et cette douceur si particuliers. Ce fromage possède un parfum plaisant et une délicieuse saveur se bonifiant tout au long de sa maturation. Dans le but de préserver le genre unique et la pureté de ce fromage, les vaches de Piora ne sont jamais nourries avec du fourrage concentré en grains, même si son utilisation (jusqu'à 2 kg/jour par animal) est autorisée par le label AOC (appellation d'origine contrôlée). En 2014, avec 257 vaches, la production fromagère de l'alpage de Piora atteint 3'332 meules pour un poids total de 22'875 kg.

1.6. Evolution environnementale

Une carotte de sédiments de 10.4 m de long, représentant 12'500 années de sédimentation lacustre après la fin du dernier âge glaciaire a été décrite par Wirth et al. (2013). Depuis le début de cette période, appelée «Dryas récent», l'environnement du Val Piora a vécu de grands changements, notamment liés à l'évolution climatique, puis à la présence de l'homme qui exploite les alpages depuis environ 800 ans (voir chapitre 1.5.). Ces modifications sont reflétées par la composition des sédiments du Lago di Cadagno et notamment par leur contenu en pollens. Autre exemple d'indication environnementale, des couches de sable («turbidites») intercalées dans les sédiments fins, marquent des événements de crues. Nous nous intéresserons ici particulièrement à la période marquée par l'impact humain.

Massy (2011) a analysé dans le cadre d'un mémoire de master la sédimentologie et le contenu pollinique de deux carottes de sédiments

- Ceschi, I. 2006: Il bosco del Cantone Ticino, Dipartimento del Territorio.
- Geissler, P. & Selldorf, P. 1984: Piora un gioiello delle nostre montagne e un manuale per lo studio dell'ecologia alpina in una regione protetta, Nostro Paese 36 (163), pp.325-340.
- Geissler, P. & Selldorf, P. 1986: Vegetationskartierung und Transektanalyse im subalpinen Moor von Cadagno di Fuori (Val Piora, Ticino), Saussurea 17, pp.35-70.
- Hainard, P. 1986: Excursion botanique au Val Piora, Bollettino STSN 74, pp. 117-123.
- Spinelli, A. & Vust, M. 2011: La Val Piora: primo approccio a un mondo ricco di licheni ancora poco esplorato, Bollettino STSN 99, pp. 39-52.
- Zanon, P.L. 1996: Escursione botanica settembrina da Cadagno di Fuori ai laghetti di Taneda, Nostro Paese 48 (233), pp.37-46.
- Zoller, H. 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. - Denkschr. Schweiz. nat.forsch. Ges., 83, 45-156.

1.6. Evoluzione ambientale

Una carota di sedimento lunga 10.4 m, rappresentante 12'500 anni di sedimentazione glaciale, è stata descritta da Wirth e al. (2013). Già dal principio di questo periodo, chiamato «Dryas recente», l'ambiente della Val Piora ha vissuto grandi cambiamenti, in particolar modo legati all'evoluzione climatica, indi alla presenza dell'uomo, che sfrutta gli alpi da circa 800 anni (vedi capitolo 1.5.). Queste modifiche sono evidenziate dalla composizione dei sedimenti del Lago di Cadagno e in particolar modo dal loro contenuto di pollini.

Strati di sabbia («torbiditi») segnalano avvenimenti di piene. Qui ci interesseremo in special modo al periodo marcato dall'impatto umano.

Massy, nel quadro di una memoria di master del 2011, ha analizzato la sedimentologia e il contenuto pollinico di due carote di sedimenti estratte nella parte anossica del lago; una prima carota lunga 55 cm rappresentante circa 500 anni di depositi e una seconda carota di 105 cm, rappresentante circa 1000 anni.

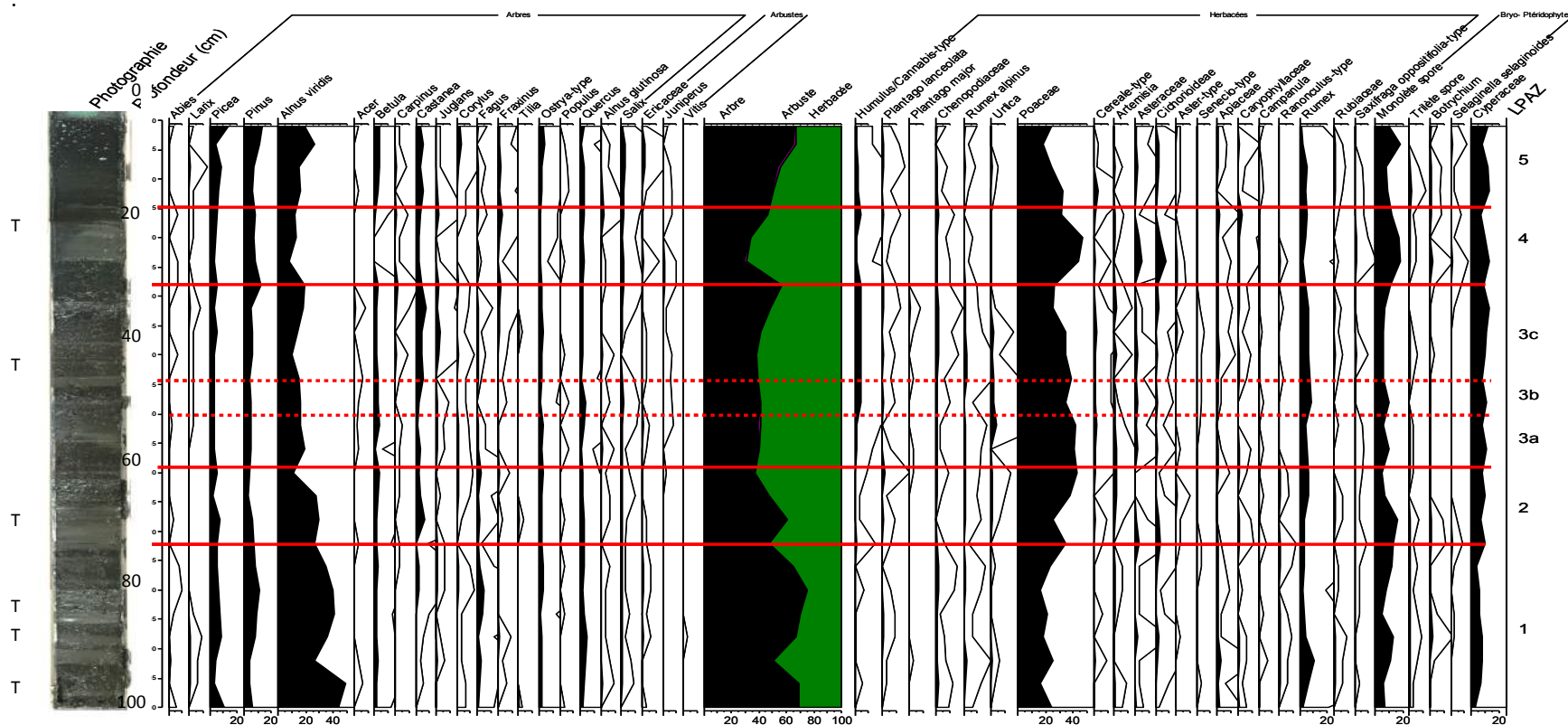


Figure 34: diagramme pollinique de la carotte de sédiments du Lago di Cadagno n°2 en pourcentages. De gauche à droite: la lithographie (T: turbidites), la profondeur, les pollens d'arbres, les pollens d'arbustes, le rapport PA/PNA, les pollens d'herbacées, les pollens aquatiques et les zones polliniques locales (LPAZ; Massy 2011).

Figura 34: diagramma pollinico della carota di sedimenti del Lago di Cadagno n°2 in percentuali. Da sinistra a destra: litografia (T: turbiditi), profondità, pollini d'alberi, pollini d'arbusti, rapporto PA/PNA, pollini d'erbaee, pollini acquatici e zone polliniche locali (LPAZ; Massy 2011).

tirées dans la partie anoxique du lac, une première carotte d'une longueur de 55 cm représentant env. 500 ans de dépôt, et une deuxième carotte de 105 cm, représentant env. 1000 ans. Le diagramme en fig. 34 montre la variation du contenu pollinique de cette dernière carotte.

Il diagramma fig. 34 mostra le variazioni del contenuto pollinico di quest'ultima carota. In materia di stratigrafia pollinica, il periodo studiato si inserisce nella «cronozona X», o «Subatlantico recente», che comincia attorno al 1000 AD (Firbas 1949). Gli spettri pollinici delle cinque zone distinte (LPAZ 1 – 5) sono caratterizzati come segue (fig. 34):

En stratigraphie pollinique, la période d'étude s'insère dans la «chronozone X», ou «Subatlantique récent», qui commence aux alentours de l'an 1000 AD (Firbas 1949). Les spectres polliniques des cinq zones temporelles distinguées (LPAZ 1 – 5) sont caractérisés comme suit (fig. 34):

LPAZ 1, Moyen-âge, domination des pollens arborés (forêts): le rapport pollen arboré (**PA**)/pollen non arboré (**PNA**) est largement en faveur du PA, qui est dominé en majeure partie par *Alnus viridis* (Aulne vert). Nous pouvons cependant constater un décrochement de cette espèce et donc du PA dans la partie inférieure de la zone. Pour ce qui est des conifères dans la première partie, *Larix* (Mélèze) est bien présent. Puis, par la suite, *Pinus* (pin, probablement Arve), *Picea* (Sapin) et *Abies* (Sapin Blanc) augmentent. *Fagus* (Hêtre) est bien représenté et *Castanea* (Châtaignier) apparaît et augmente progressivement. Le PNA est dominé par les *Poaceae* (Graminées); les *Rumex* ont également une certaine contribution. Aux environs du décrochement d'*Alnus*, nous percevons une augmentation des spores, des *Asteraceae* (Asteracées) et *Apiaceae* (Ombellifères) ainsi que des *Rumex*. Des pollens de type *Humulus* (Houblon)/*Cannabis* ainsi que *Cerealialia* (Céréales) sont présents sporadiquement.

LPAZ 2, période de transition: PA est en diminution, dominé par *Alnus viridis*. *Abies* et *Larix* disparaissent presque. *Castanea* est bien présent de même que *Fagus*. Au début de la Zone nous pouvons noter les pics des *Asteraceae*, *Cichorioideae* et spores. Les pollens de type *Humulus/Cannabis* commencent leur ascension. Il y a une faible apparition de *Juniperus* (Genévrier) sur la fin. Les graminées (herbes) sont en progression.

LPAZ 3, domination des herbes: *Abies* apparaît par intermittence tandis que les fréquences de *Pinus*, *Picea* et *Larix* restent stables. *Juglans* (Noyer) et *Fraxinus* (Frêne) sont en augmentation. Au début, nous pouvons noter un pic pour *Salix* (Saule). Du côté des herbacées, *Cerealialia* (Céréales), *Humulus/Cannabis*-type et *Urtica* (Ortie) sont à leur maximum. Près du début de la zone deux faibles pics simultanés des *Asteraceae* et des spores peuvent se voir.

LPAZ 4, recul drastique des arbres: *Abies* est présent; *Alnus viridis* est encore en recul. *Betula* (Bouleau) disparaît lorsque le PA est au plus bas et la plupart des arbres feuillus sont en forte régression. Le PNA est formé en majeure partie par les *Poaceae* et les *Asteraceae*. *Urtica* (Ortie), *Plantago*

LPAZ 1, Medioevo, dominazione dei pollini d'alberi (boschi): il rapporto polline arboreo (PA)/polline non arboreo (PNA) è largamente in favore del PA, dove domina chiaramente l'ontano verde (*Alnus viridis*). Dobbiamo però constatare uno stallo di questa specie e dunque del PA all'inizio. Per quanto riguarda le conifere, nella prima parte il larice è ben rappresentato. In seguito, *Pinus*, *Picea* (peccio) et *Abies* aumentano. *Fagus* (faggio) è ben rappresentato e *Castanea* (castagno) appare e aumenta progressivamente. Il PNA è dominato dalle *Poaceae* (graminacee); *Rumex* contribuiscono in parte anche loro. Pressappoco al momento dello stallo dell'ontano, notiamo un aumento delle spore di *Asteraceae* e *Apiaceae* come pure di *Rumex*. Pollini di tipo *Humulus/Cannabis* come pure *Cerealialia* sono presenti sporadicamente.

LPAZ 2, periodo di transizione: PA è in diminuzione, dominato da *Alnus viridis*. *Abies* e *Larix* quasi scompaiono. *Castanea* è ben rappresentata come pure *Fagus* (faggio). Debole apparizione di *Juniperus* verso la fine. Le graminacee progrediscono. All'inizio possiamo notare il picco di *Asteraceae*, *Cichorioideae* e spore. I pollini di tipo *Humulus/Cannabis* cominciano la loro ascensione.

LPAZ 3, carota 2, dominazione di erbacee: *Abies* appare di tanto in tanto mentre la frequenza di *Pinus*, *Picea* e *Larix* resta stabile. *Juglans* e *Fraxinus* sono in aumento. All'inizio, possiamo notare un picco per *Salix*. Dalla parte delle erbacee, *Cerealialia*, *Humulus/Cannabis*-tipo e *Urtica* sono al loro apogeo. Sempre all'inizio, si notano due deboli picchi simultanei di *Asteraceae* e di spore.

LPAZ 4, regresso drastico degli alberi: *Abies* è presente; *Alnus viridis* è sempre in regresso; *Betula* scompare quand il PA tocca il fondo e la maggioranza delle latifoglie è in forte regresso. Il PNA è formato in gran parte dalle *Poaceae* e le *Asteraceae*. *Urtica* (Ortica), *Plantago lanceolata*, *Rumex* e *Chenopodiaceae* sono pure in forte diminuzione durante il picco di *Poaceae* e *Asteraceae*. Per quel che concerne le spore, esse sono fortemente presenti.

lanceolata, *Rumex* et *Chenopodiaceae* sont également en franc recul lors du pic des *Poaceae* et *Asteraceae*. Les spores, quant à elles, sont fortement présentes.

LPAZ 5, période récente, ré-augmentation des arbres (forêt): Nous pouvons noter une augmentation du pollen arboré dans lequel *Alnus viridis* domine. *Pinus*, *Picea*, ainsi que *Larix* semblent être en augmentation tandis qu'*Abies* disparaît presque totalement. La présence de *Betula* (Bouleau) est remarquable ainsi qu'une augmentation d'*Ostrya* (famille des Charmes) et *Corylus* (Noisetier). Il y a une forte augmentation des *Ericaceae*. Les *Poaceae* (herbes) et les *Cyperaceae* (*Carex*, Laïches) sont en diminution. Il y a des pics notables de *Plantago lanceolata* (Plantain lancéolé) et *Rumex*, tandis qu'*Urtica* réapparaît. Nous pouvons voir une certaine abondance de différentes *Asteraceae* et des *Caryophyllaceae*, alors que *Humulus/Cannabis* semblent être en recul. Sur la fin de la carotte un pic des spores et de *Selaginella selaginoides* (Sélaginelle), une plante de milieux humides, apparaît.

Interprétation

Les pollens retrouvés dans les sédiments ne proviennent pas tous d'un apport local. Pour un bassin de 250 à 750 m de diamètre, on peut compter entre 30 et 50% d'apport régional, de l'extérieur du bassin versant immédiat. Ce sont en partie des pollens de plantes qui n'apparaissent pas sur la carte de végétation (fig. 27). A ce titre on peut citer *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Castanea*, *Jugland*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Ostrya*, *Quercus* mais aussi quelques herbacées telles que *Humulus* (houblon), *Cannabis* ou *Ambrosia*. Ces pollens ont été transportés ici par les courants d'air ascendants et proviennent des étages montagnard et subalpin et des cultures dans la vallée et sur ses versants (Zoller, 1960).

Pour déterminer l'influence de l'activité humaine dans un diagramme pollinique, on choisit des espèces qui servent d'indicateurs de la présence de l'homme. Dans la liste dressée par Iversen (1941) on trouve: *Cereal*-type, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Rumex*, *Artemisia* et *Chenopodiaceae*. Cependant, les espèces indicatrices ne sont pas les mêmes suivant la région et leur écologie. De plus, les *Cereal*ia comprennent également des bromes (*Bromus*), de l'orge d'Europe (*Elymus*

LPAZ 5, periodo recente, nuovo aumento degli alberi: Possiamo notare un aumento di polline d'alberi tra i quali domina *Alnus viridis*. *Pinus*, *Picea* e *Larix* sembrano essere in aumento mentre *Abies* quasi scompare. La presenza di *Betula* è notevole come pure un aumento d'*Ostrya* e *Corylus* (nocciolo). Le *Ericaceae* sono in forte aumento. *Poaceae* e *Cyperaceae* sono in calo. Si notano picchi notevoli di *Plantago lanceolata* e *Rumex*, mentre *Urtica* riappare. C'è una certa abbondanza di differenti *Asteraceae* e di *Caryophyllaceae*, mentre *Humulus/Cannabis* sembrano in calo. Verso la fine della carota un picco di spore e di *Selaginella selaginoides*, una pianta di ambienti umidi, appare.

Interpretazione

I pollini trovati nei sedimenti non provengono tutti da un apporto locale. Per un bacino tra 250 e 750 m di diametro, si conta all'incirca tra 30 e 50% d'apporto regionale, cioè all'infuori del bacino imbrifero più vicino. Sono in maggior parte pollini che non appaiono sulla carte della vegetazione (fig. 27). In questo caso si possono citare *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Castanea*, *Juglans*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Ostrya*, *Quercus* ma anche alcune erbacee come *Humulus* (luppolo), *Cannabis* o *Ambrosia*. Questi pollini sono stati trasportati qui da correnti ascendenti e provengono dai piani montano e subalpino e dalle colture nella bassa valle e i suoi versanti (Zoller, 1960).

Per poter determinare l'influenza dell'attività umana in un diagramma pollinico, si scelgono specie che servono da indicatori della presenza umana. In una lista stabilita da Iversen (1941) si trovano: *Cereal*ia-tipo, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Rumex*, *Artemisia* e *chenopodiaceae*. Tuttavia, le specie indicatrici non sono le stesse a seconda della regione e della loro ecologia. Inoltre, di *Cereal*ia fanno parte anche bromus (*Bromus*), orzo d'Europa (*Elymus europaeus*) e orzo murino (*Hordeum murinum*) che non sono necessariamente specie antropogeniche. Per essere legati a colture, i *Cereal*ia devono essere accompagnati da erbacee come la correggiola (*Polygonum aviculare*), la caucalide a foglia di carota (*Caucalis daucoides*), il convolvolo (*Convolvulus arvensis*), e anche il fiordaliso (*Centaurea cyanus*). Nel conteggio che si trova sotto alla fig. 34, non è stata menzionata alcuna di queste piante ruderali. Non possiamo dunque considerare i pollini di *Cereal*ia-tipo come originati da colture.

europaeus) ou de l'orge des rats (*Hordeum murinum*) qui ne sont pas forcément des espèces anthropogènes. Pour être liés à des cultures, les *Cereal* doivent être accompagnés d'herbacées telles que la renouée des oiseaux (*Polygonum aviculare*), la fausse carotte (*Caucalis daucoïdes*), le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), ou encore le bleuet (*Centaurea cyanus*). Dans les comptages qui se trouvent à la base de la fig. 34, on n'a pas relevé ces plantes rudérales. Nous ne pouvons donc pas considérer ici les pollens de *Cereal*-type comme venant de cultures. Il est fort probable qu'ils proviennent également de bromes locaux. Quant à la vigne (*Vitis*), au houblon (*Humulus*) ou au chanvre (*Cannabis*), des représentants de ces genres existent à l'état naturel, il faut donc obtenir des pourcentages conséquents (environ 1% de la somme pollinique) pour certifier la présence de cultures.

Il est difficile de juger l'importance des prés, pâturages ou bruyères à l'aide de l'analyse palynologique, car le pollen des poacées (herbes graminées) indéterminées peut provenir soit d'une espèce particulièrement productive ou d'une famille de plantes à l'écologie diversifiée dont il est difficile d'évaluer avec certitude la provenance.

En revanche, pour les *Caryophyllaceae*, les *Brassicaceae*, les *Apiaceae* ou les *Rubiaceae*, l'interprétation est plus aisée. Ce sont des espèces dont les pollens ont une faible dispersion par le vent. Une augmentation du pourcentage au sein des diagrammes peut donc suggérer une augmentation des cultures (Zoller, 1960). D'autres pollens d'origine locale, dont on retrouve les espèces dans la cartographie (fig. 27) sont notamment *Silene dioica*, *Cerastium alpinum*, *Biscutella laevigata*, *Peucedanum ostruthium*, *Laserpitium halleri* ou encore *Galium pumilum*.

L'impact humain a plus d'influence et est généralement plus visible dans les diagrammes polliniques que l'impact climatique, sauf pour les grands changements tels que le Petit-Âge Glaciaire (années 1500 à 1850 AD, Van der Knaap et al., 2000). Les feux et les déforestations se traduisent dans le diagramme pollinique par une augmentation de la proportion de pollen herbacés et sylvatiques des bois aimant la lumière, tels le bouleau (*Betula*), le noisetier (*Corylus*) ou l'aulne vert (*Alnus viridis*). L'intensification du pâturage peut être déduite dans les diagrammes polliniques par l'augmentation des graminées, de *Plantago lanceolata*-type, *Urtica*, *Achillea*-type, *Alchemilla*-type, des *Asteraceae* et des spores monolètes de fougères.

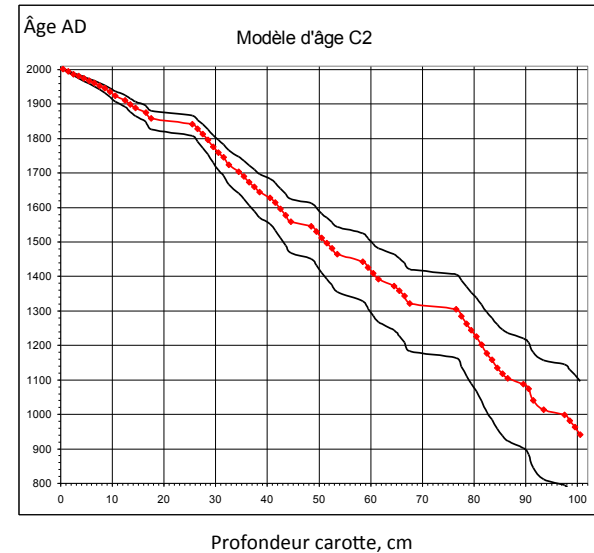


Figure 35: modèle d'âge de la carotte n° 2 (Massy 2011).

Figura 35: modello d'età della carota n° 2 (Massy 2011).

E difficile giudicare l'importanza di prati, pascoli o eriche con l'aiuto dell'analisi palinologica, poiché il polline delle poaceae (graminacee) indeterminate può provenire sia da una specie particolarmente produttiva oppure da una famiglia di piante a ecologia diversificata di cui è difficile valutare con certezza l'origine.

In compenso, per le Caryophyllaceae, le Brassicaceae, le Apiaceae o le Rubiaceae, l'interpretazione è più facile. Sono specie di cui i pollini hanno una debole dispersione eolica. Un aumento della percentuale sul diagramma può dunque suggerire un aumento delle colture (Zoller, 1960). Altri pollini di origine locale, di cui si ritrovano le specie nella cartografia (fig. 27) sono principalmente Silene dioica, Cerastium alpinum, Biscutella laevigata, Peucedanum ostruthium, Laserpitium halleri ma anche Galium pumilum.

L'impatto umano ha generalmente più influenza ed è anche più visibile nei diagrammi pollinici dell'impatto climatico, eccezion fatta dei grandi

Par ailleurs l'abandon des zones marginales de pâturages peut entraîner une augmentation des *aulnes* et des conifères. A l'étage montagnard un recul du bétail se traduit par une augmentation des espèces boisées feuillues de cet étage (*Betula*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Ostrya*-type, *Castanea*).

Malgré la grande complexité décrite ci-dessus, on peut être tenté d'interpréter le diagramme pollinique en termes de changements environnementaux, en s'appuyant à cet effet sur le modèle d'âge proposé par Massy (2011, voir fig. 35 ci-dessus):

- Autour de l'an 1000, le paysage est largement boisé et surtout couvert d'aulne vert.
- Le début de l'exploitation des alpages autour de l'an 1200 est marqué par une augmentation nette des pollens PNA, respectivement la chute de l'aulne vert (env. à 80 cm, fig. 34, 35). Cette période pourrait par ailleurs également correspondre à augmentation d'une exploitation forestière plus intense, liée éventuellement aux besoins en bois des populations.
- Au milieu de la carotte n°2 (fig. 34, 35, entre 30 et 55 cm), plusieurs changements indiquent une probable intensification du pâturage: premièrement, la proportion de pollen d'herbacées augmente, de même que les marqueurs cités plus haut, tels que *Rumex alpinus* et *Urtica*. Deuxièmement, les proportions de pollen d'*Alnus viridis* et de conifères diminuent. Il en va de même pour certains taxons de l'étage montagnard comme *Castanea* ou *Fraxinus*. Cela tend à démontrer que cette intensification s'est également produite dans les étages alpins inférieurs.
- Puis, le réchauffement de ces dernières décennies, après le Petit-Âge Glaciaire, est tel qu'il permet aux essences arborées de reprendre l'avantage dans le diagramme pollinique, aux environs de 13 cm. Dans les années 50, les zones de pentes ont été quelque peu délaissées par les éleveurs. Ces lieux où la pression du bétail se fait moins forte sont colonisés par des éricacées. Effectivement, comme nous le constatons sur les graphiques, les éricacées sont en nette progression au sommet des carottes. Sur la carte de végétation (fig. 27), se trouve une zone au pourtour du Lago di Cadagno à l'ouest du marais, qui semble avoir été colonisée récemment par les éricacées, peut-être suite à l'abandon du pâturage. Dans cette zone, nous avons relevé un mélange clairsemé de lande et de nardion. A la même époque, le réchauffement permet à l'*Ostrya carpinifolia* d'intensifier sa présence dans le Tessin. Dans les.

cambiamenti quali la Piccola Era Glaciale (anni 1500 a 1850 AD, Van der Knaap et al., 2000). Gli incendi e lo deforestamento si traducono nel diagramma pollinico con un aumento della proporzione di pollini erbacei e silvestri dei boschi avidi di luce, come la betulla (Betula), il nocciolo (Corylus) o l'ontano verde (Alnus viridis). L'intensificazione del pascolo può essere dedotta sui diagrammi pollinici dall'aumento delle graminacee, di Plantago lanceolata-tipo, Urtica, Achillea-tipo, Alchemilla-tipo, delle Asteraceae e delle spore monoletite delle felci. Tra l'altro, l'abbandono delle zone marginali dei pascoli può provocare un aumento di ontani e conifere. Al piano montano un calo del bestiame si traduce con un aumento delle specie di latifoglie di questo piano (Betula, Fraxinus, Quercus, Ostrya-tipo, Castanea).

Malgrado la grande complessità descritta qui sopra, si può essere tentati di interpretare il diagramma pollinico secondo i cambiamenti ambientali, appoggiandosi perciò sul modello di età proposto da Massy (2011, vedi fig. 35 qui sopra):

- *Attorno al 1000, il paesaggio è largamente boschivo e coperto soprattutto di ontano verde.*
- *L'inizio dello sfruttamento degli alpi è marcato da un aumento netto dei pollini PNA (a circa 80 cm, fig. 35). Questo periodo potrebbe anche corrispondere all'aumento di uno sfruttamento forestale più intenso, legato probabilmente ai bisogni della popolazione durante la Piccola Era Glaciale.*
- *A metà della carota n°2 (fig. 34, 35, fra 30 e 55 cm), alcuni cambiamenti indicano un'intensificazione probabile del pascolo: prima di tutto, la proporzione di pollini di erbacee aumenta così come i marcatori citati qui sopra: Rumex alpinus e Urtica. In secondo luogo le proporzioni di polline d'Alnus viridis e di conifere cala. Lo stesso vale per certi taxa del piano montano come Castanea o Fraxinus. Ciò tende a dimostrare che questa intensificazione si è prodotta anche ai piani alpini inferiori.*
- *In seguito, il riscaldamento di questi ultimi anni è tale che permette alle essenze arboree di riprendere il vantaggio sul diagramma pollinico, ai 13 cm circa. Negli anni 50, i pendii sono stati un po' tralasciati dagli allevatori. Queste zone, dove la pressione del bestiame si fa meno forte, sono colonizzate dalle Ericaceae. E appunto, come possiamo constatare sui grafici, le Ericaceae sono in progresso netto in cima alle carote. Sulla carta della vegetazione troviamo una zona a nord del Lago di Cadagno, a ovest della palude, che sembra essere stata recentemente colonizzata*

diagrammes du Tessin réunis dans l'article de Van der Knaap et al. (2000), cette nette augmentation est utilisée pour une datation relative. Nous observons une augmentation similaire au sommet de nos diagrammes vers 4-5 cm. Ce repère conforte la datation au 210 Pb

Suivant le modèle d'âge extrapolé à partir du 210 Pb, la régression des pollens arborés se situe entre 1400 et 1800 AD, ce qui coïncide assez bien avec le Petit-Âge Glaciaire. Si nous nous tenons à ce modèle d'âge, nous voyons cette faible proportion de pollen arboré se maintenir jusque vers la fin du XIX^{ème} siècle (à environ 12 cm). Même si un petit réchauffement s'est fait sentir pendant la deuxième moitié du XVIII^{ème} siècle, il n'aurait pas eu le temps d'affecter la végétation avant le retour d'une période froide au XIX^{ème}.

- *dalle Ericaceae, probabilmente in seguito all'abbandono del pascolo. In questa zona, abbiamo notato una copertura rada, mista di lande e di Nardion. Alla stessa epoca, il riscaldamento permette a Ostrya carpinifolia (Carpinella) di intensificare la sua presenza in Ticino. Sui diagrammi del Ticino riuniti nell'articolo di Van der Knaap e al. (2000), questo aumento netto è utilizzato per una datazione relativa. Osserviamo un aumento simile in cima ai nostri diagrammi verso i 4-5 cm. Questo punto di riferimento conforta la datazione al 210 Pb.*

Secondo il modello di datazione del 210 Pb, il regresso dei pollini arborei è situato tra 1400 e 1800 AD, ciò che coincide abbastanza bene alla Piccola Era Glaciale che va dal 1550 al 1750 AD. Se stiamo a questo modello di età, vediamo che la debole proporzione di polline arboreo si mantiene fin verso la fine del XIX secolo (a circa 12cm). Anche se un piccolo riscaldamento si è fatto sentire durante la seconda metà del XVIII secolo, non avrebbe fatto in tempo ad influenzare la vegetazione prima del ritorno di un periodo freddo nel XIX secolo.

Bibliographie / Bibliografia

- Firbas, F., 1949: Waldgeschichte Mitteleuropas, G. Fischer, Jena, T. 1.
- Iversen, J., 1941: Landnam i Danmarks Stenalder: En pollenanalytisk Undersøgelse over det første Landbrugs Indvirkning paa Vegetationsudviklingen, Danmarks Geologiske Undersøgelse, Vol 2, 66, Dansk tekst pp. 7-59, Engl. texte pp. 60-65, reprinted 1964.
- Massy, J.E. 2011: Région du Lac Cadagno, Val Piora : Changements environnementaux et développement durable d'une région de montagne de moyenne altitude : Evolution et état actuel de la couverture végétale. Mém. MUSE, Univ. De Genève, inédit.
- Van der Knaap, W.O., Van Leeuwen, J.F.N., Fankhauser, A. & Ammann, B., 2000: Palynostratigraphy of the last centuries in Switzerland based on 23 lake and mire deposits : chronostratigraphic pollen markers, regional patterns, and local histories. Review of Paleobotany and Palynology, 108, pp. 85-142.
- Wirth, S.B., Gilli, A., Niemann, H. et al. 2013: Sedimentological, trace metal (Mn, Mo) and molecular evidence for reconstructing past water-column redox conditions: The example of meromictic Lake Cadagno (Swiss Alps). Geochimica et Cosmochimica Acta 120, 220–238.
- Zoller, H., 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der Insubrischen Schweiz, Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges., 83, pp. 45-156.

2. Description des itinéraires / Descrizione degli itinerari

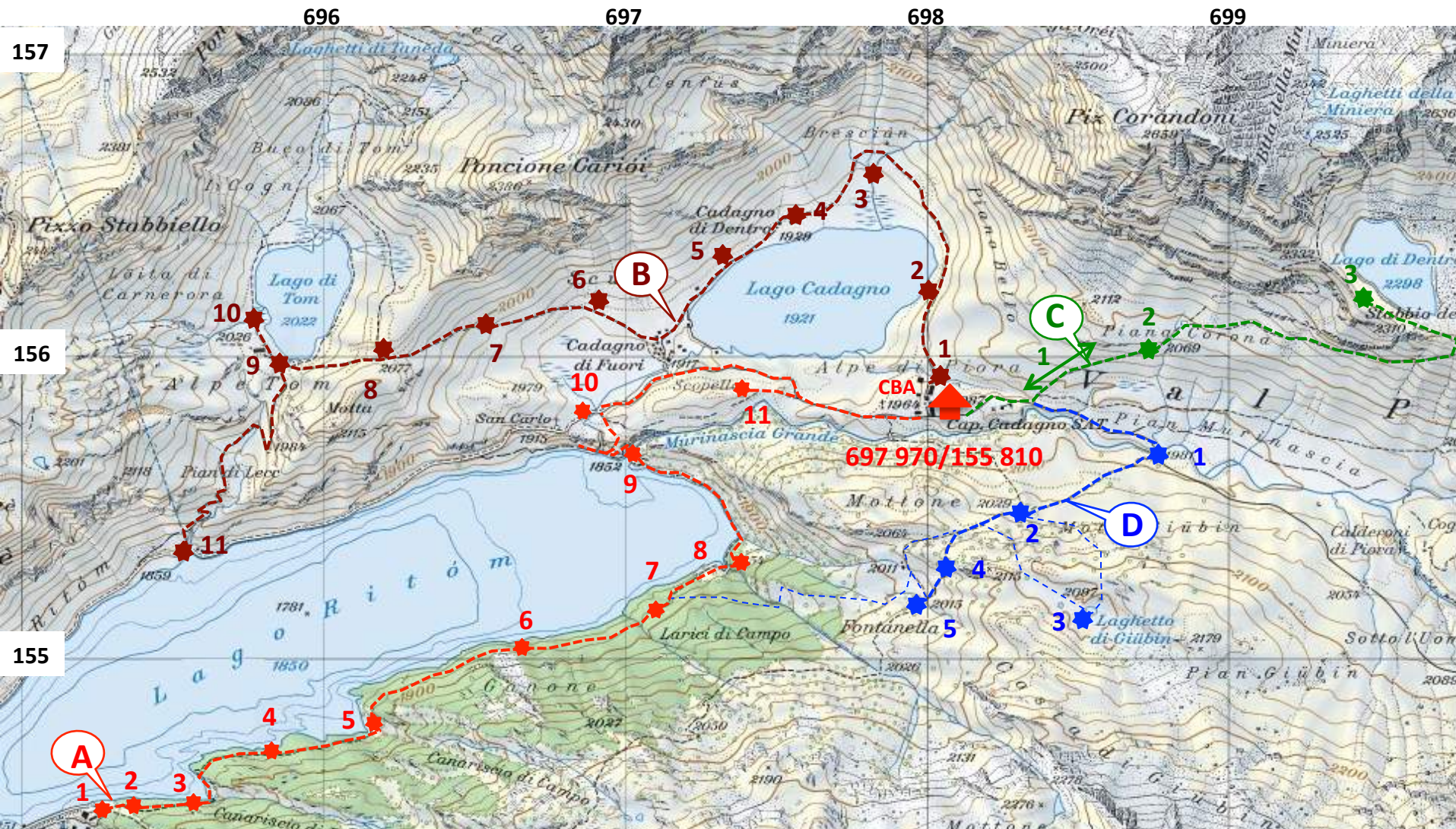


Figure 36: tracés des itinéraires et points d'observations décrits dans ce guide; reproduit avec l'autorisation de swisstopo (BA15003).

Figura 36: tracciato degli itinerari e dei punti di osservazione descritti in questa guida. Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003).

Description des itinéraires, points d'observation

A. Le sentier didactique du Ritóm

- A.1 Départ du sentier
- A.2 Histoire
- A.3 La forêt
- A.4 Botanique
- A.5 Economie alpestre
- A.6 Panneau littéraire: poésie
- A.7 Lago di Cadagno
- A.8 Les carbonates du double synclinal de Piora: pincé tectonique et sources carbonatées
- A.9 Gorge et delta de la Murinascia
- A.10 Schistes à grenats du synclinal de Piora
- A.11 Du hameau de Cadagno à l'Alpe di Piora: lecture de paysage

B. De l'Alpe di Piora au Lago di Tom

- B.1 Lithologie et flore: flore sur dolomie saccharoïde; Val Fripp, ancienne vallée de la Murinascia
- B.2 Les sources du Lago di Cadagno
- B.3 Cônes alluviaux et marais, laves torrentielles et avalanches
- B.4 Dater un village d'alpage à l'aide des lichens?
- B.5 Moraine de névé
- B.6 Les amphibolites de la Nappe du St Gothard
- B.7 Le marais de Cadagno di Fuori
- B.8 Dolines de karst dans la zone carbonatée
- B.9 Exutoire souterrain du Lago di Tom
- B.10 Cycles sédimentaires d'un cône alluvial
- B.11 Du Lago di Tom à l'adduction d'eau du Val Canaria et de la vallée de la Reuss

C. De l'Alpe di Piora au Lago di Dentro

- C.1 Morphologies glaciaires et fluvio-glaciaires du glacier du Lukmanier
- C.2 Gneiss micacé et amphibolites de la Nappe du St Gothard
- C.3 Lago di Dentro et glacier rocheux

Descrizione degli itinerari, punti di osservazione

A. Il sentiero didattico Lago Ritóm

- A.1 Partenza del sentiero
- A.2 Storia
- A.3 Il bosco
- A.4 Botanica
- A.5 Economia alpestre
- A.6 Cartello letterario: poesia
- A.7 Lago di Cadagno
- A.8 I carbonati della seconda sinclinale di Piora: pincé tettonico e sorgenti carbonatate
- A.9 Gola e delta della Murinascia
- A.10 Scisti a granati della sinclinale di Piora
- A.11 Dal villaggio di Cadagno all'Alpe di Piora: lettura del paesaggio

B. Dall'Alpe di Piora al Lago di Tom

- B.1 Litologia e flora: flora su dolomia saccharoide; Val Fripp, antica valle della Murinascia
- B.2 Le sorgenti del Lago di Cadagno
- B.3 Coni alluvionali e paludi, lave torrentizie e valanghe
- B.4 Datare un villaggio d'alpe con l'aiuto di licheni?
- B.5 Morena di nevaio di Cadagno di Dentro
- B.6 Gli anfiboliti della Falda di ricoprimento Gottardo
- B.7 La palude di Cadagno di Fuori
- B.8 Doline carsiche nella zona carbonatata
- B.9 Sbocco sotterraneo del Lago di Tom
- B.10 Cicli sedimentari di un cono alluvionale
- B.11 Dal Lago di Tom all'uscita dell'adduzione d'acqua dalla Val Canaria e dalla Valle della Reuss

C. Dall'Alpe di Piora al Lago di Dentro

- C.1 Morfologie glaciali e fluvio-glaciali del ghiacciaio del Lucomagno
- C.2 Gneiss micaceo e anfiboliti della Falda di ricoprimento Gottardo
- C.3 Lago di Dentro e ghiacciaio roccioso

Description des itinéraires, points d'observation

D. De l'Alpe di Piora à Fontalella, en passant par le Laghetto di Giübin

- D.1 Dolomies du Trias et schistes calcaires jurassiques du synclinal de Piora
- D.2 La montée des moraines
- D.3 Laghetto di Giübin
- D.4 La Formation de Quarten: schistes micacés, souvent carbonatés, à grenat, hornblende, staurotide et disthène
- D.5 Cornieules et brèches dolomitiques du Trias

Informations pratiques

Voyage:

Horaires et billets de train: www.cff.ch, Tél. Rail Service 0900 300 300
Funiculaire Piotta – Ritóm: www.ritom.ch (ouvert du 1er juin au 31 octobre),
Tél. 091 868 31 51

Restaurants, cafés (ouverts pendant la période estivale):

- Riugio Lago Ritóm (au barrage)*: Tél. 091 868 14 24 - contact@lagoritom.ch
- Canvetto Cadagno (Cadagno di Fuori)*: Tél. 091 868 16 47 - info@canvettocadagno.ch
- Capanna di Cadagno SAT (Alpe di Piora)*: Tél. 091 868 13 23 - info@capannacadagno.ch

* Possibilité de logement (sur demande).

Les groupes d'étudiants voyageant avec un but didactique et les chercheurs peuvent également s'adresser au Centre de Biologie Alpine: www.cadagno.ch.

Carte topographique: Carte nationale 1:25'000, feuille 1252 Ambri-Piotta.

Communications téléphoniques, secours: Aucun service pour téléphone portable n'est disponible dans le Val Piora en amont du barrage de Ritóm! En cas d'urgence s'adresser à l'un des 3 cafés-restaurants mentionnés ci-dessus ou utiliser un téléphone satellitaire.

Descrizione degli itinerari, punti di osservazione

D. Dall'Alpe di Piora a Fontanella via Laghetto di Giübin

- D.1 Dolomie del Triassico e scisti calcarei giurassici della sinclinale di Piora
- D.2 La salita delle morene
- D.3 Laghetto di Giübin
- D.4 La Formazione di Quarten: scisti micacei, spesso carbonatati, a granati, orneblenda, staurolite e distene
- D.5 Cornieules et breccie dolomitiche del Triassico

Informazioni pratiche

Viaggio:

Orari e biglietti di treno: www.cff.ch, Tel. Rail Service 0900 300 300
Funicolare Piotta – Ritóm: www.ritom.ch (aperta dal 1. giugno al 31 ottobre)
Tel. 091 868 31 51

Ristoranti, caffè (aperti durante il periodo estivo):

- Rifugio Ristorante Lago Ritóm (alla diga)*: Tel. 091 868 14 24 - contact@lagoritom.ch
 - Canvetto Cadagno (Cadagno di Fuori)*: Tel. 091 868 16 47 - info@canvettocadagno.ch
 - Capanna di Cadagno SAT (Alpe di Piora)*: Tel. 091 868 13 23 - info@capannacadagno.ch
- * Possibilità di alloggio (su richiesta).

I gruppi di studenti che viaggiano a scopo didattico e i ricercatori possono anche indirizzarsi al Centro di biologia alpina: www.cadagno.ch.

Carta topografica: Carta nazionale 1:25'000, foglio 1252 Ambri-Piotta.

Comunicazioni telefoniche, soccorso: La rete mobile non è disponibile nella Val Piora a monte dello sbarramento di Ritóm!
Urgenze: indirizzarsi a uno dei 3 caffè-ristoranti menzionati qui sopra o utilizzare un telefono satellitare.

A. Le sentier didactique du Lac Ritóm

Le sentier didactique débute à droite (orographiquement à gauche) du barrage du Ritóm, lorsqu'on monte depuis la vallée. Il se présente sous la forme d'une excursion écologique qui comprend des postes culturels et biologiques ainsi que les événements principaux qui ont marqué l'histoire de la vallée. La description originale a été publiée dans AA.VV. 2009 (coordination R. Peduzzi): *Sentiero didattico Lago Ritóm*, © Funicolare Ritóm SA. Dans la présente version française (traduction: M. Wildi, J.L. Loizeau) nous avons rajouté aux descriptions existantes des points d'observation se référant à la géologie du paysage. Les différentes explications figurant sur les panneaux d'information sont traduits ci-dessous.



Figure a: Lago di Ritóm, pluies de débordement depuis le Massif du St. Gothard. Vue vers l'Ouest.

Figura a: Lago di Ritóm, piogge di scavalamento dal massiccio del Gottardo. Vista verso ovest.

A. Il sentiero didattico Lago Ritóm

*Il sentiero didattico inizia a destra dello sbarramento del Ritóm, salendo dalla valle. Si presenta sotto forma di un'escursione che include dei punti sosta culturali e biologici come pure gli avvenimenti principali che hanno segnato la storia della valle. La descrizione originale è stata pubblicata in AA.VV. 2009 (coordinazione R. Peduzzi): *Sentiero didattico Lago Ritóm*, © Funicolare Ritóm SA.*

A.1 Partenza del sentiero

Seguendo il sentiero si costeggia prima il Lago Ritóm traversando il bosco, poi si sale al villaggio e al Lago di Cadagno, per raggiungere finalmente l'Alpe di Piora e il Centro di Biologia Alpina. Per una visita agevole con soste esplicative, contare circa 2 ore e 1/2.

Figure b: panneau d'information posés au départ du sentier didactique du Lago di Ritóm. Les explications figurant sur ces panneaux le long de l'itinéraire sont traduites ci-dessous en français.

Figura b: cartelli di informazione posti in partenza del sentiero didattico del Lago Ritóm.



A.1 Départ du sentier

En suivant le sentier, on longe d'abord le Lago di Ritóm en traversant la forêt, puis on monte au hameau et au Lago di Cadagno, pour atteindre finalement l'alpage de Piora et le Centre de Biologie Alpine. Pour une visite confortable il faut compter environ 2 h 30 de marche.

Géologie des sites A.1 à A.7: Les sites A.1 à A.7 sont situés sur des formations géologiques attribuées à la Nappe du Lukmanier. Les conditions d'affleurement montrent souvent des lithologies altérées et des sols:

Sites A.1, A.2, A.3 et A.5: Gneiss granitique porphyrique, p.p. fortement schistosé.

Site A.4: Quartzites à séricite: Formation de Mels, Permo-Trias.

Site A.7: Schistes et paragneiss à deux micas, par endroits des amphibolites.

A.2 Histoire

Voir les chapitres 1.1 et 1.3 de l'introduction.

A.3 La forêt

Le mélèze (*Larix decidua* Miller)

Caractéristiques distinctives:

le nom en italien et en anglais (larice et larch) a conservé son origine latine. Cet arbre peut atteindre 30 à 50 mètres de hauteur et 500 ans d'âge (parfois même jusqu'à 1000 ans à la limite supérieure des forêts dans les Alpes). C'est le seul conifère endémique à feuilles caduques¹. La forme conique de la couronne du mélèze n'est pas dense, et avec le temps, elle peut devenir

Geologia dei siti A.1 a A.7: i siti A.1 a A.7 sono situati su formazioni geologiche attribuite alla Falda del Lucomagno. Le condizioni di affioramento mostrano spesso litologie alterate e suoli.

Siti A.1, A.2, A.3 e A.5: Gneiss granitico porfirico, p.p. fortemente scistoso.

Sito A.4: Quarzite a sericite: Formazione di Mels, Permo-Triassico.

Sito A.7: Scisti e paragneiss a due miche, a tratti degli anfiboliti.

A.2 Storia

Vedi i capitoli 1.1 e 1.3 dell'introduzione.

A.3 Il bosco

Larice (*Larix decidua* Miller)

Caratteri distintivi:

Il nome ha conservato l'origine latina. Albero di prima grandezza, raggiunge i 30-35 m di altezza e i 500 anni di longevità (anche 1000 ai limiti superiori del bosco sulle Alpi). È l'unica conifera indigena caducifoglia¹. La chioma allungata e piramidale è rada e con l'età diventa ogivale o irregolare nel piano subalpino, dove costituisce il limite superiore del bosco e degli alberi.



ogivale et irrégulière. Le mélèze est l'espèce majoritaire à la limite supérieure des forêts. Il apprécie l'exposition au soleil, les sols bien irrigués et le climat sec continental. Le mélèze a souvent le rôle d'espèce pionnière. Dans la zone de Piora, le mélèze se trouve en association avec d'autres espèces (*Larici-pinetum cembrae typicum*), comme l'arolle (*Pinus cembra*) et le rhododendron (*Rhododendron ferrugineum*).

Ecorce: initialement grise et lisse, elle devient plus épaisse avec l'âge (plus de 20 mm d'épaisseur sur les vieux spécimens subalpins), d'une couleur brune-rougeâtre virant en profondeur vers le carmin² avec des sillons colorés.

Feuilles: les feuilles sont en forme d'aiguilles, courtes, douces au toucher, vert clair, regroupées en touffes de 10 à 30 aiguilles sur des branches très courtes (brachyblastes). Les feuilles deviennent jaunes claires avant de tomber en automne.

Fleurs: plante monoïque³ avec des fleurs mâles ovoïdes jaunes et des fleurs femelles cylindriques rouges foncées.

Fruits: petits cônes ovoïdaux, érigés, maturation annuelle, avec des écailles arrondies. Le cône peut rester ouvert sur l'arbre pendant plusieurs années. Petites graines avec des ailettes dispersées par le vent (anémochorie⁴).

Racines: fasciculées et obliques, très robustes, pénètrent profondément dans le sol et dans des poches de terre dans les rochers.



Bois: différencié, aubier⁵ mince, jaunâtre, et orange-rouge, résineux au cœur⁶, avec des stries d'accroissement annuelles facilement distinguables et d'une densité de 660 kg/m³. Il possède d'excellentes propriétés mécaniques et une durabilité remarquable qu'il soit à l'air ou immergé dans l'eau.

Ecologie: plante pionnière, héliophile⁷, nécessite un climat continental sec et ensoleillé. Ne supporte pas des conditions atmosphériques humides trop excessives ou la sécheresse

Trova le migliori condizioni di vegetazione nelle stazioni ben illuminate, con terreno fresco e sciolto e clima asciutto e continentale. Spesso troviamo il larice come specie pioniera. Nella regione di Piora troviamo il larice con il cembro nell'associazione forestale specifica, la cembreta con larice e rododendro (Larici-pinetum cembrae typicum, Pinus cembra, Rhododendron ferrugineum).

Corteccia: *prima grigia e liscia, con l'età tende a inspessirsi (fino a 20 cm nei vecchi esemplari subalpini), a fessurarsi profondamente e a colorarsi di bruno-rossiccio con striature carminio² nella parte interna delle fessure. Foglie: aghi corti, morbidi, poco o nulla pungenti, verde chiaro, inseriti su brevissimi rami (brachiblasti) in ciuffetti di 10-30 che ingialliscono in modo vistoso (pregio cromatico) prima della caduta autunnale.*

Fiori: *pianta monoica³ con coni maschili ovoidali giallastri e fiori femminili cilindrici rosso cupo.*

Frutti: *piccoli coni ovoidali, eretti, a maturazione annuale, con squame arrotondate e sottili che permangono aperti sulla pianta per parecchi anni. Semi piccoli alati (disseminazione anemocora⁴).*

Radici: *fascicolate e oblique, robustissime, penetrano a fondo nel terreno e anche nelle tasche di terra fra i massi.*

Legno: *differenziato, con sottile alborno⁵ giallastro e durame⁶ rosso-arancio, resinoso, con anelli annuali ben visibili e una densità di 660 kg/m³; ha ottime proprietà meccaniche e notevole durabilità, all'esterno e anche sott'acqua.*

Ecologia: *specie eliofila⁷, pioniera, che richiede climi continentali, asciutti e soleggiati; teme l'elevata umidità atmosferica e la secchezza estiva. Ama suoli poco evoluti, freschi e ben drenati. Dai 700 ai 2000 circa m s.m.*

Impieghi: *il legno del Larice, di grande durezza e bell'aspetto, è ricercato per costruzioni edili, navali e in falegnameria. Il larice si presta pure per i rimboschimenti di compensazione in aree aperte oppure con altre specie per piantagioni di protezione in zone ripide ed esposte. La spessa corteccia sugherosa degli alberi adulti ne determina un'elevata resistenza agli urti dei massi che si staccano dai pendii.*

Curiosità: *in montagna fin dall'antichità è stata favorita dall'uomo, a scapito del pino cembro e degli abeti, cui cresceva misto, in quanto ha un legno migliore e soprattutto perché sotto la sua tenue ombra possono pascolare le mandrie. Il larice è sempre stato simbolo di robustezza. Dalla resina si ricava un antisettico contro le malattie infettive e infiammatorie delle vie respiratorie. D'estate dalle foglie trasuda la cosiddetta «manna di Briançon», che viene raccolta dalle api. Parte delle palafitte sulle quali sorgono le antiche abitazioni di Venezia è di larice.*

estivale. Il préfère les sols bien irrigués entre 700 et 2000 m d'altitude.

Utilisation: le bois du mélèze est résistant et magnifique, il est apprécié en tant que bois de construction naval et en menuiserie. Le mélèze est aussi planté dans le cadre de reforestation de surfaces nues. En association avec d'autres espèces, il est utilisé pour prévenir l'érosion dans les couloirs d'éboulement. L'épaisseur liégeuse de l'écorce protège l'arbre des impacts causés par les éboulements de rochers.

Curiosités: pendant des siècles, les habitants des Alpes privilégiaient le mélèze à l'arolle et au sapin car il fournissait un meilleur abri au bétail contre le soleil. Le mélèze est un symbole de robustesse. Un antiseptique, utilisé pour le traitement des maladies respiratoires infectieuses et inflammatoires, est aussi extrait de la résine du mélèze. En été, les feuilles exsudent une substance appelée «manna de Briançon» qui est recueillie par les abeilles. Beaucoup de maisons antiques à Venise sont construites sur des pilotis de mélèze.

-
- 1) Espèce d'arbre perdant ses feuilles chaque année en automne.
 - 2) Une nuance rouge (violacée).
 - 3) Espèce portant de fleurs mâles et femelles séparées
 - 4) Dissémination aérienne
 - 5) Bois jeune extérieur qui conduit la sève brute des racines jusqu'aux feuilles
 - 6) Partie centrale du tronc qui tient principalement un rôle de structure plutôt que nutritif. C'est la partie du tronc qui convient le mieux au traitement.
 - 7) Espèce qui a son taux de croissance maximal en plein soleil.

L'arolle (ou pin des Alpes) (*Pinus cembra* L.)

Caractéristiques distinctives:

le nom de cette espèce en italien a gardé ses origines latines (*Pino cembro*). Cet arbre est communément appelé «Cirmolo». Il a un feuillage vert persistant, d'une hauteur de 20-25 m, avec une forme cylindrique-conique et croît très lentement. Il peut atteindre 500 ans. Sa couronne pyramidale est mince quand il est jeune, et arrondie ou aplatie chez les vieux spécimens. C'est une espèce typiquement continentale, présente dans les Alpes et les montagnes des Carpates où on la trouve jusqu'à 2500 m d'altitude. En Suisse, plus de 80 % des arolles prospèrent au-dessus de 1800 m (50 % au-dessus de 1960 m).

La délimitation inférieure de cette répartition est donnée par l'observation de son espèce concurrente, l'épicéa. L'arolle se trouve principalement le

1) *Specie a foglie caduche, vale a dire che si rinnovano ogni anno cadendo normalmente in autunno.*

2) *Gradazione di rosso.*

3) *Specie con fiori maschili e femminili separati portati sullo stesso individuo.*

4) *Disseminazione tramite il vento.*

5) *Legno del fusto esterno la cui funzione principale è quella di trasportare la linfa grezza attraverso l'albero.*

6) *Parte centrale del fusto non ha funzioni nutritive ma di sostegno la parte del legno che meglio si adatta alla lavorazione.*

7) *Specie che cresce ottimamente in condizioni di piena luce.*

Pino cembro (*Pinus cembra* L.)

Caratteri distintivi:

Il nome della specie ha conservato l'origine latina; altro nome comune del Pino cembro è «Cirmolo». È un albero sempreverde, di seconda grandezza (raggiunge i 20-25 m di altezza), con forma cilindro-conica, ha crescita molto lenta ed è estremamente longevo. Raggiunge i 500 anni di età. La chioma piramidale e slanciata degli individui giovani, diventa tondeggianti o appiattita in quelli adulti. Specie tipicamente continentale, estende il suo



long des Alpes, en Engadine, dans les vallées latérales sud du Valais, dans le canton du Tessin au Lukmanier et dans la région de Piora. Dans ces régions, l'arolle est en association avec le mélèze et le rhododendron.

Écorce: lisse et grisâtre pour les jeunes arbres, avec des sillons rougeâtres pour les spécimens plus âgés.

Feuilles: aiguilles fines, assez rigides, épaisses, vert brillant, avec face inférieure glauque¹, 5-10 cm de long, réunis en faisceaux de 5 (caractéristique unique entre les pins locaux qui ont tous 2 aiguilles/botte).

Fleurs: plante monoïque² avec une fleur mâle jaune (petits cônes), nombreux et regroupés à la base des nouvelles pousses. Fleurs femelles ovoïdes, rouge-orange, positionnées au bout des nouvelles pousses.

Fruits: cônes ovoïdes, de 4-7 cm de long, avec des écailles coriaces. Quand ils sont mûrs, ils sont d'une couleur violacé-pruineux³, contiennent des grosses graines comestibles avec une coquille ligneuse (pignons) qui sont disséminés par zoochorie⁴. Deux ans après la floraison, les pommes de pin atteignent leur maturité; elles tombent durant le printemps de leur troisième année quand elles portent encore leurs graines. Leur dispersion dépend du cassenoix moucheté (*Nucifraga caryocatactes*), un oiseau qui aime les graines. Le cassenoix enterre les graines sous les mélèzes ou entre les rochers pour constituer des réserves pour l'hiver. Dans ses cachettes, beaucoup de graines sont enterrées ensemble et donnent parfois naissance à des spécimens polycormiques⁵.

Racines: obliques, très longues, procurent un ancrage solide dans le sol.

Bois: Différencié, avec des aubiers⁶ jaunâtres et rosé-orangé, résineux, cœur⁷ du bois homogène, moelleux même dans les nœuds, léger, avec une densité de seulement 450 kg/m³, facile à travailler.

Ecologie: espèce continentale, microthermale⁸, essentiellement mésoxérophile⁹; évite les emplacements avec une couverture neigeuse trop persistante et des sols humides. Pas difficile à satisfaire au niveau de la composition du sol, cependant il préfère le sol sec, siliceux et parfois même les sols acides.

Utilisation: grâce à sa grande résistance aux conditions climatiques extrêmes et à sa longévité, dans les régions subalpines, l'arolle est un candidat parfait pour les programmes de reforestation, il limite l'érosion plus que les avalanches. Malheureusement, sans protection adéquate à l'état de pousse, il est sujet à l'abroutissement.

areale sulle Alpi e sui Carpazi dove riesce a raggiungere le quote più elevate (2500 m s.m.). In Svizzera più dell'80% prospera al di sopra dei 1800 m s.m. (la metà addirittura oltre i 1960); il confine inferiore dell'areale è definito dalla più elevata capacità di concorrenza dell'abete rosso. Lo troviamo principalmente lungo le Alpi, in Engadina, nelle valli laterali meridionali del Vallese e in Ticino sul Lucomagno e nella Zona di Piora. Qui troviamo il cembro con il larice nell'associazione forestale specifica, la cembra con larice e rododendro (Larici-pinetum cembrae typicum).

Corteccia: liscia e grigiastra in gioventù, tende a screpolarsi in placche internamente rossastre a maturità.

Foglie: aghi eretti, sottili, abbastanza rigidi, molto folti, verde brillante con faccia inferiore glauca¹, lunghi 5-10 cm, riuniti in fascetti di 5 (unico caso nei pini nostrani, tutti a 2 aghi).

Fiori: pianta monoica² con fiori (conetti) maschili gialli, numerosi e raggruppati alla base dei nuovi germogli e fiori femminili ovoidali, eretti, di colore rossoviolaceo, ubicati all'estremità dei nuovi getti.

Frutti: coni eretti, ovoidali, lunghi 4-7 cm, con squame di consistenza cuoiosa, a maturità di colore violaceo perché pruinosi³, contengono grossi semi con guscio legnoso, commestibili (pinoli di montagna), a disseminazione zoocora⁴. Due anni dopo la fioritura maturano le pigne che cadono intere, ancora con i semi, nella primavera del terzo anno. La sua diffusione è strettamente legata alla nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), un uccello ghiotto dei suoi semi, che sotterra alla base dei larici o delle rocce come provvista invernale e che, non consumati totalmente, danno luogo alla rinnovazione; dato che i semi sono riuniti a gruppi, talvolta si hanno individui policormici⁵.

Radici: oblique, molto lunghe, conferiscono ottimo ancoraggio.

Legno: differenziato, con alborno⁶ giallastro e durame⁷ roseo-arancio, resinoso, omogeneo, tenero anche nei nodi, leggero (densità di 450 kg/m³), con ritiri di debole entità, facilmente lavorabile.

Ecologia: specie continentale e microterma⁸, tendenzialmente mesoxerofila⁹, evita le stazioni e le valli troppo a lungo innestate e teme l'umidità del suolo. Non particolarmente esigente per la composizione del terreno, preferisce però i suoli silicei, anche molto acidi, da mediamente secchi a freschi.

Impieghi: per la resistenza alle avversità climatiche e la longevità il pino cembro è ottimo per la ricostituzione dei boschi subalpini con funzione di

Les faibles quantités de bois produites par cet arbre sont utilisées pour faire des meubles rustiques, des ouvrages de charpenterie ou encore de la gravure sur bois. Disponible en quantités quasi illimitées dans le passé, on utilise maintenant cet arbre dans des programmes de protection environnementale plutôt que pour sa valeur marchande.

-
- 1) Couche superficielle cireuse qui donne une couleur vert-grisâtre.
 - 2) Espèce avec fleurs mâles et femelles séparées, mais présentes sur le même individu.
 - 3) Cireux
 - 4) Dissémination avec l'aide d'animaux (dans ce cas en majeure partie celle du cassenoix moucheté).
 - 5) Espèce avec plusieurs troncs.
 - 6) La couche la plus externe de bois qui transporte la sève brute des racines aux feuilles.
 - 7) La partie centrale du tronc qui a plus un rôle structural et de support. C'est la partie du bois la plus apte à être travaillée.
 - 8) Espèce vivant dans des zones où la température varie entre 0°C et 15°C.
 - 9) Espèce nécessitant un apport en eau moyen pour garantir sa survie.

L'aulne vert *Alnus viridis* (Chaix)

Caractéristiques distinctives:

arbustes à feuilles caduques¹, de 3 à 5 m. Sa frondaison est composée de nombreux drageons² arqués, ascendants et flexibles. Les nouvelles branches sont collantes et pubescentes³.

Écorce: fine, gris foncé, parsemée de taches lenticulaires.

Fleurs: plante monoïque⁴ avec un chaton⁵ mâle ainsi qu'un petit chaton femelle, mature en automne.

Fruit: de la forme d'un petit cône de pin, ovoïde avec des écailles tannées.

Racines: fines, avec embranchement centrifuge, étendu.

Bois: rosâtre, tendre de texture, de dimension modeste.

Écologie: mésophile⁶, héliophile⁷, aime l'humidité atmosphérique ainsi que les sols humides, riches en nutriments, avec un pH acide. Les racines de l'aulne hébergent la bactérie du genre *Frankia*, capable de fixer l'azote. Grâce à cette propriété, les branches de l'Aune servent de refuge pour une végétation bien fournie. L'aulne apprécie particulièrement une exposition au nord avec de grandes surfaces recouvertes de neige et des corridors d'avalanche. Son habitat se situe entre 100 et 2100 m. Sur la rive gauche du Lago di Ritóm, l'aulne est presque omniprésent, de même que sur le versant de montagne au sud du CBA (Mottone).

difesa dall'erosione e dal dilavamento piuttosto che come protezione contro lo stacco di valanghe fino al limite dell'area boschiva. Purtroppo il cembro necessita nei primi anni di vita di essere protetto contro la morsicatura da parte di ungulati. La modesta quantità di legname disponibile è utilizzata per la fabbricazione di mobili rustici, in falegnameria e per i lavori di intaglio (xilografia). Largamente impiegato in passato, oggi è da considerare, almeno a medio termine, più una pianta con funzioni ambientali e protettive che produttive.

Curiosità: un tempo in montagna dai pinoli si ricavava un olio utilizzato per le lampade. Molti toponimi montani ricordano l'antica presenza del cembro, in Piora ad esempio, se pur in tempi recenti, la zona chiamata «Pinet» prende proprio il nome dal pino cembro, come probabilmente anche «arbone».

- 1) Verde biancastra dovuta alla presenza di una patina cerosa sulle superfici.
- 2) Specie con fiori maschili e femminili separati portati sullo stesso individuo.
- 3) Cerosi.
- 4) Disseminazione tramite animali (nella fattispecie tramite la nocciolaia).
- 5) Specie dotata di un fusto a più ramificazioni.
- 6) Legno del fusto esterno la cui funzione principale è quella di trasportare la linfa grezza attraverso l'albero.
- 7) Parte centrale del fusto non ha funzioni nutritive ma di sostegno la parte del legno che meglio si adatta alla lavorazione.
- 8) Specie che in territori con temperature medie annue comprese tra 0°C e 15°C.
- 9) Specie che per vivere necessita di quantità d'acqua da medie a moderate.

Ontano verde *Alnus viridis* (Chaix)

Caratteri distintivi:

*Arbusto deciduo*¹ alto fino a 3-5 m, con chioma disordinata, formata da numerosi polloni² arcuato³-ascendenti sottili e flessibili; i rametti dell'anno sono vischiosi e pubescenti⁴.

Corteccia: sottile, di colore grigio scuro, con lenticelle puntiformi chiare.

Fiori: pianta monoica⁵ con amenti⁶ maschili penduli e femminili piccoli e ovati, preformati in autunno.

Utilisation: utilisé en ingénierie environnementale dans le réaménagement du territoire (par ex. après des glissements de terrain superficiels, le long des routes de montagne ou sur les bords d'une rive). Comme cette espèce se situe en haute altitude, elle nécessite de hauts niveaux d'humidité atmosphérique.

Curiosité: dans le passé, à cause du manque de combustible, les arbustes d'aulne étaient périodiquement coupés pour être utilisés comme bois de chauffe. Durant quelques décennies, les massifs d'arbustes d'aulnes n'ont pas été entretenus activement. L'aulne ne peut pas être utilisé comme paravalanche, car ses branches flexibles ne freinent pas la neige et se contentent de se plier. C'est pour cette même raison que les aulnes poussent facilement dans les corridors d'avalanche.

Sur les pentes subalpines humides, les aulnes sont capables de former de vastes massifs d'arbustes, quasiment infranchissables à cause de leur densité. Dans ces zones, le développement d'autres espèces arborescentes est extrêmement lent (site de distribution primaire). De nos jours, l'aulne se développe rapidement sur les pâturages nouvellement abandonnés, qui avaient initialement été créés en ôtant les mélèzes, pins, parfois des hêtres, et ceci particulièrement à basse altitude (sites de distribution secondaire).

-
- 1) Espèce d'arbres qui perdent leurs feuilles chaque année.
 - 2) Partie de la plante qui se développe directement de la tige en bourgeons temporaires.
 - 3) Couvert d'un duvet fin et dense.
 - 4) Espèce avec fleurs mâles et femelles séparées, mais présentes sur le même individu.
 - 5) Fleur pendante unisexuelle (comme p.ex. celui du châtaigner).
 - 6) Espèce nécessitant un apport eau moyen et des températures basses pour garantir leur survie.
 - 7) Espèce qui poussent le mieux en plein soleil.



Frutti: in forma di piccole pigne ovoidi con squame cuoiose.

Radici: sottili, sono molto estese e ramificate.

Impieghi: impiegabile sulle Alpi per gli interventi di sistemazione con tecniche di ingegneria naturalistica (frane superficiali, scarpate stradali, fasce riparie dei torrenti). Essendo specie di montagna molto esigente in umidità e senza particolari pregi estetici, non trova impiego ornamentale.

Curiosità: un tempo, data la penuria di legna, era ceduto⁹ per usi energetici, mentre da decenni non viene più sottoposto ad alcuna gestione attiva. Non è in grado di arrestare lo scivolamento delle valanghe perché i rami flessibili si piegano a formare piani di scorrimento, per questo riesce a vegetare anche nei canali di valanga. Sulle pendici umide subalpine scoscese può formare estesissimi arbusteti puri, praticamente impercorribili data la loro fittezza, a lentissimo dinamismo verso formazioni arboree (stazioni primarie). E' attualmente in forte espansione sui pascoli freschi non più utilizzati, anticamente ricavati a spese di larici-cembrete e talora di faggete, anche a quote relativamente basse (stazioni secondarie).

-
- 1) Specie a foglie caduche, vale a dire che si rinnovano ogni anno cadendo normalmente in autunno.
 - 2) Parte di una pianta che si sviluppa direttamente dal tronco da gemme avventizie.
 - 3) A forma di arco.
 - 4) Ricoperti da una peluria densa e sottile.
 - 5) Specie con fiori maschili e femminili separati portati sullo stesso individuo.
 - 6) Infiorescenza unisessuale pendula.
 - 7) Specie che per vivere necessitano di medie quantità di acqua e freschezza stagionale.
 - 8) Specie che cresce ottimamente in condizioni di piena luce.
 - 9) Bosco tagliato periodicamente.

Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia* L.)

Caractéristiques distinctives:

Grand arbre à l'allure d'un arbuste, atteignant les 10-15 m de hauteur, à feuilles caduques, avec une petite couronne. Son aire de distribution s'étend sur pratiquement toute l'Europe jusqu'à l'ouest de l'Asie. On peut facilement le voir dans les Alpes, et ce jusqu'à 2400 m. Il pousse dans des forêts de conifère ainsi que dans des forêts à feuilles caduques. Le sorbier ne nécessite que de faibles quantités de lumière, s'adapte bien à de basses températures, et est indifférent à la qualité du sol.

Écorce: grise, lisse, avec de petites taches lenticulaires.

Feuilles: composées, imparipennées, avec 13-15 feuilles lancéolées, sessiles¹, acuminées avec bord à dent de scie vers le milieu de la feuille. En automne elles deviennent rouge vif.

Fleurs: petites, blanches, odorantes, en corymbe². Elles fleurissent de mai à juin après que les feuilles se soient développées.

Fruit: petites sphères rouges, arrondies en forme d'œuf, avec un goût acide.

Racines: peu développées, bien adaptées aux sols rocaillieux.

Bois: différencié, avec aubier³ rougeâtre et cœur⁴ rouge-brun. Dur, flexible et lourd (densité 800 kg/m³), avec une texture fine et des fibres rectilignes.

Écologie: espèce favorisant les endroits à demi-ensoleillés, mésophile⁵, pionnière et requiert des taux d'humidité atmosphérique élevés. Se trouve typiquement dans des sols pauvres et suffisamment drainés, frais, rocaillieux avec un pH acide. Son altitude de distribution se situe entre 500 et 2400 m.

Utilisation: souvent utilisé en combinaison avec d'autres espèces dans des programmes de réaménagement du territoire et de reforestation en zone montagneuse. Il est aussi planté en rangée ou en tant que haie. A cause de ses fleurs odorantes et ses baies rouges, on l'utilise comme plante ornementale le long des routes et dans les jardins. Néanmoins, cet arbre ne pousse pas très bien en dehors du milieu montagnard.

Curiosité: le bois de cet arbre était à l'époque utilisé pour fabriquer des petits ustensiles et pour sculpter de petites figurines. En Scandinavie, cet arbre était utilisé dans l'élevage intensif de bétail. On lui prêtait des qualités prophylactiques contre des épizooties.

Sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia* L.)

Caratteri distintivi:

Albero di terza grandezza, 10-15 m, più spesso a portamento di alto arbusto, deciduo¹, con chioma leggera e rada. La sua areale² si estende in quasi tutta l'Europa e nell'Asia occidentale; è frequente nelle Alpi fino a 2400 m s.m. Vegeta in boschi di conifere e di latifoglie. È una specie mediamente lucivaga³ di grande adattabilità infatti resiste bene alle basse temperature ed è indifferente al substrato.

Corteccia: di colore grigio, liscia, con lenticelle evidenti.

Foglie: composte, imparipennate⁴, formate da 13-15 foglioline lanceolate, sessili⁵, acuminate, con margine seghettato fino alla metà della lamina; in autunno assumono un bel colore rosso.

Fiori: piccoli, bianchi, profumati, riuniti in corimbi⁶, sbocciano a maggio-giugno, a fioritura già avvenuta.

Frutti: piccoli pomi rossi, ovoidali-tondeggianti, aciduli.

Radici: mediamente sviluppate, adatte ai suoli sassosi. Legno: differenziato, con alborno⁷ rossiccio e durame⁸ rosso-bruno, duro, flessibile e pesante (densità di 800 kg/m³), con tessitura fine e fibratura generalmente dritta.

Ecologia: specie di mezz'ombra, mesofila⁹, pioniera, esige elevata umidità atmosferica, tipica dei suoli poveri di basi e con pH acido, ben drenati, freschi, spesso sassosi. Vegeta fra i 500 e i 2400 m s.m. di quota.

Impieghi: utilizzabile, consociata ad altre specie costruttrici, per gli interventi di recupero ambientale e i rimboschimenti nelle aree montane. Adatta anche alla formazione di siepi e filari. Per i fiori profumati e i frutti rosso corallo è diffusa come albero ornamentale lungo le strade e nei giardini, ma fuori dagli ambienti montani vegeta stentatamente.

Curiosità: il legno di questa pianta era impiegato per fabbricare i manici degli utensili e piccole sculture. Nei Paesi nordici vi si preparavano i bastoni per i pastori, in quanto si pensava che allontanasse le epidemie del bestiame. Il nome italiano deriva dal fatto che questi alberi erano piantati dai cacciatori perché i suoi frutti sono particolarmente appetitibili da molte specie avicole. Il sorbo produce frutti piuttosto aspri e tannici, consumati anche dall'uomo



Le nom italien «le sorbier des chasseurs d'oiseaux» provient du fait que cet arbre était planté par les chasseurs qui cherchaient à attirer les oiseaux qui sont particulièrement friands des baies du sorbier.

Les baies sont plutôt aigres et tanniques. Elles peuvent être cuites, séchées, préparées en sauce (se marient particulièrement bien avec la viande de chevreuil). Elles peuvent aussi constituer la base d'une boisson riche en vitamine C. Le sorbier abrite de nombreuses espèces d'invertébrés; son pollen procure du nectar pour les abeilles.

De par son feuillage épars, qui n'empêche pas l'herbe de pousser à sa base, le sorbier est le symbole du retour du printemps après un hiver morose.

-
- 1) Dépourvu de tige ou pétiole.
 - 2) Inflorescence dont les fleurs, toutes dans le même plan, s'insèrent cependant sur la tige à des niveaux différents.
 - 3) La couche la plus externe de bois qui transporte la sève brute des racines aux feuilles.
 - 4) La partie centrale du tronc qui a plus un rôle structural et de support. C'est la partie du bois la plus apte à être travaillée.
 - 5) Espèce nécessitant un apport eau moyen et des températures basses pour garantir sa survie.

cotti, secchi, trasformati in salsa per accompagnare i piatti di selvaggina o in bevanda ricca di vitamina C. La specie attira un discreto numero di invertebrati; inoltre, dai suoi fiori le api ricavano discreti quantitativi di polline e nettare. Per il fogliame rado, che permette all'erba di crescere sul terreno sottostante, questa pianta simboleggia il ritorno della luce dopo le tenebre invernali.

-
- 1) *Specie a foglie caduche, vale a dire che si rinnovano ogni anno cadendo normalmente in autunno.*
 - 2) *Zona di diffusione della specie.*
 - 3) *Desiderosa di luce.*
 - 4) *Costituita da più paia di foglioline opposte.*
 - 5) *Sprovvisto di gambo o picciolo.*
 - 6) *Simile al grappolo.*
 - 7) *Legno del fusto esterno la cui funzione principale è quella di trasportare la linfa grezza attraverso l'albero.*
 - 8) *Parte centrale del fusto non ha funzioni nutritive ma di sostegno la parte del legno che meglio si adatta alla lavorazione.*
 - 9) *Specie che per vivere necessitano di medie quantità di acqua e freschezza stagionale.*

Le cassenoix moucheté (*Nucifraga caryocatactes* L.)

Morphologie: Le cassenoix moucheté appartient à la famille des corvidés; parsemé de points blancs, il est souvent observé au sommet de conifères de grande taille. Le cassenoix a une morphologie compacte, un bec large, une queue courte et ronde avec une tête étroite. Ses ailes sont larges et arrondies, elles sont dépourvues de crête.



Nucifraga caryocatactes (Photo: Aldo Cereda)

Rôle: il disperse les graines de l'arolle (pommes de pins).

Alimentation: durant l'été, le cassenoix récolte les graines de pin/sapin et des noisettes qu'il stocke ensuite pour l'hiver. Durant la saison froide, cet oiseau peut retrouver sa nourriture avec une grande précision. Dans la région de Piora, il se nourrit en majeure partie des graines de l'arolle – aussi appelé pin des Alpes - (jusqu'à 100 graines par jour). Les caches des pignons sont souvent situées sur des rochers – là où la neige fond plus rapidement. Un seul cassenoix peut créer entre 2000 et 2500 cachettes, qui chacune contient entre 2 et 12 graines de pin. Cet oiseau est habituellement capable de retrouver 80% de ses graines cachées. Les graines faisant partie des cachettes et qui n'ont pas été retrouvées peuvent alors germer, la plupart du temps dans des fissures entre des pierres. On peut ainsi observer des arolles qui semblent pousser au travers des rochers.

La nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes* L.)

Morfologia: simile a un corvo con le macchie chiare, spesso si posa sulla cima delle conifere alte. La sua morfologia è compatta con grande becco, la coda è corta, le ali ampie e arrotondate, la testa senza ciuffo è più esile. Ruolo: nella cembreta, disseminazione dei semi del cembro (pinoli).

Alimentazione: mangia semi di pino, di nocciolo e di abete, raccolti continuamente, immagazzinati in estate e ritrovati con grande accuratezza (anche sotto la neve) in inverno. In Piora si ciba soprattutto dei semi del pino cembro, si stima che può mangiare fino a 100 pinoli al giorno. Costituisce delle riserve di pinoli sulle rocce, dove la neve si scioglie più rapidamente. Un solo esemplare di nocciolaia può costituire fino a 2000-2500 nascondigli dove deposita da 2 a 12 pinoli. Recupera solo l'80% dei pinoli che mette in riserva. Questo recupero parziale delle riserve alimentari permette agli altri semi «dimenticati» di germogliare sulle creste delle rocce. Il fenomeno lo si osserva molto bene percorrendo il sentiero.



Ambiance

A.4 Botanique

Voir aussi le chapitre 1.4 de l'introduction



Verâtre (*Veratrum album* L., en dialecte Tessinois: Valadron), **gentiane pourpre** (*Gentiana purpurea* L.) et **gentiane ponctuée** (*Gentiana punctata*, en tessinois: Zanzena). Ces deux espèces de gentianes sont protégées.

Description: ci-dessous, les descriptions des deux espèces (Vérâtre blanc et les différentes gentianes) qui ne doivent en aucun cas être confondues. Quand elles ne sont pas en floraison, elles peuvent paraître très similaires.

A gauche, *Veratrum album* L. une plante vénéneuse. A droite, feuilles de gentianes, soit *Gentiana purpurea* ou *Gentiana punctata*

Des gentianes en pleine floraison. A gauche, *G. punctata* avec des fleurs jaunes tachetées avec de petits points noirs. A droite *G. purpurea* avec des fleurs rouge-foncées/violettes. **Les feuilles sont opposées, lancéolées**, avec des veines longitudinales.

Veratrum album L. en fleurs. Les racèmes terminaux (ou la grappe), avec des fleurs blanches, tendant sur le vert à l'extérieur. Contrairement aux gentianes, **les feuilles sont alternées, arrangées en spirale autour de la tige**.

A.4 Botanica

Vedi anche il capitolo 1.4 dell'introduzione

Veratro (*Veratrum album* L., in dialetto: Valadron) e **Genziana** (*Gentiana purpurea* L. e *Gentiana punctata*, in dialetto: Zanzena). Genziana: le tre specie menzionate sono piante protette.

Descrizione in parallelo delle due piante da non confondere.



Le due piante giustapposte. L'assenza di fiori può indurre a confonderle. A sinistra: «Valadron» (*Veratrum album*), pianta velenosa. A destra: «Zanzèna», foglie di gentiana, *Gentiana purpurea* o *Gentiana punctata*, piante medicinali.

Genziane in fiore. A sinistra: *Gentiana punctata*, fiori gialli con piccole macchie nere. A destra: *Gentiana purpurea*, fiori rosso-porpora. Foglie opposte lanceolate con nervature longitudinali.

Veratro in fiore *Veratrum album*. Fiori riuniti in una pannocchia terminale di colore bianco internamente e verdognolo al di fuori. A differenza della gentiana le foglie sono alterne, disposte a spirale.

Pour des personnes inexpérimentées, différencier ces deux racines peut s'avérer ardu. Les différences entre les deux sortes de gentianes et le vétrate blanc peuvent être observées le long du sentier didactique.

En ce qui concerne l'ethnobotanique, **le vétrate** est très toxique à cause de la présence de veratridine (un alcaloïde), alors que les grandes racines aromatiques de la gentiane ont des propriétés digestives. Elles peuvent être utilisées dans la préparation d'une tisane amère à la gentiane qui peut se boire en apéritif, en tant que digestif ou fébrifuge.

La gentiane constitue aussi la base pour la préparation d'autres tisanes et apéritifs. Après fermentation et distillation, les racines peuvent être utilisées pour fabriquer une « grappa » à la gentiane.

Détermination différenciée entre les deux plantes:

La différence majeure peut être observée en comparant les feuilles. Les gentianes ont des feuilles opposées tandis que le vétrate à des feuilles alternées. Ce caractère distinctif est très important, particulièrement quand les fleurs ne sont pas présentes.



Racine de gentiane

Radice di genziana.

Il sentiero è il luogo adeguato per evidenziare le differenze esistenti tra la Gentiana purpurea o la Gentiana lutea o Gentiana punctata e il Veratrum album, «Valadron». Volendo fare una considerazione di tipo etnobotanico si può affermare che le radici della Gentiana hanno proprietà digestive, mentre che quelle del Veratro sono molto tossiche (a causa della produzione di veratrina). La scelta tra le due radici, agli occhi dei non addetti, potrebbe però creare un po' di confusione.

Il Veratrum è velenoso per la presenza di alcuni alcaloidi, come la veratrina. La grossa radice aromatica della Gentiana possiede proprietà digestive e serve per la preparazione di un liquore di gentiana, aperitivo, stimolante, digestivo, febbrifugo; costituisce la base per la preparazione di molti aperitivi ed amari. Inoltre, si può produrre un distillato, una grappa di gentiana, dopo la messa in fermentazione della radice e relativa distillazione.

La principale differenza botanica si può osservare nelle foglie. **La Gentiana purpurea** o la **Gentiana lutea** o la **Gentiana punctata**, «Zanzena» (foglie opposte) e il **Veratrum album** «Valadron» (foglie alterne). Questo carattere distintivo è molto importante soprattutto se le piante non sono in fiore.

Rhizome de *Veratrum album* L. Le rhizome a des tiges horizontales, ce qui fait qu'elles se cassent facilement lorsqu'on arrache la plante.

Rizoma di veratro Veratrum album. Il rizoma è un fusto orizzontale sotterraneo, costituisce un organo di riserva, da esso si staccano le radici.



Plantes carnivores, Pinguicula

Pinguicula alpina L., *Pinguicula leptoceras* Reichenbach, *Pinguicula vulgaris* L. En italien : pianta unta = plante « grasse ». En français : grassette ou herbe caille-lait.

Description: *Pinguicula* spp. a des feuilles arrangées en rosette. Elles sont carnivores, capturent des insectes et autres organismes vivants, qui se font piéger en se collant aux sécrétions visqueuses (produites par des glandes spéciales) sécrétées sur les feuilles. *Pinguicula vulgaris* et *P. alpina* sont des plantes pionnières, elles peuvent être observées dans les tourbières et les zones marécageuses.

Physiologie: *Pinguicula* spp. utilise ses feuilles gluantes pour attirer et consommer des insectes et autres petits arthropodes¹. Cet apport énergétique lui permet de pallier le manque d'azote et autres nutriments minéraux qu'elle n'obtient pas par le sol.

Curiosité: cette plante était connue et utilisée par les paysans pour sa capacité à faire cailler le lait. Les feuilles sont riches en enzymes digestives (peptidases). Le nom français « herbe caille-lait » reflète l'usage ethnobotanique de cette plante.

1) Arthropodes : invertébrés caractérisés par une symétrie bilatérale, avec un corps segmenté. Cet embranchement comprend plus de 800'000 espèces subdivisées en 6 classes : mérostome, arachnide, pycnogonide, myriapode et insecte.



Piante carnivore Pinguicola

In primavera nei luoghi umidi lungo il percorso si possono osservare le piante carnivore. Specie presenti:

- *Pinguicola alpina*
- *Pinguicola leptoceras*
- *Pinguicola vulgaris*

Italiano: pianta unta, pinguicola e francese: grassette, herbe caille-lait.

Descrizione:

le pinguicole hanno foglie disposte in rosette basali, e sono carnivore; catturano infatti gli insetti ed altri organismi animali che si depositano sulle loro foglie, invischiandoli con il succo viscido secreto dalle ghiandole. Le specie Pinguicola vulgaris e Pinguicola alpina, sono piante erbacee spontanee, crescono nei terreni torbosi e acquitrinosi.

Fisiologia: *le pinguicole usano le foglie collose e ghiandolari per attirare, catturare, uccidere e digerire gli insetti e altri piccoli artropodi* al fine di supplire alla carenza soprattutto di azoto e di nutrienti minerali presenti nel loro habitat. Quindi possono essere definite piante carnivore.*

Curiosità: *conosciute ed utilizzate nella nostra civiltà contadina, infatti le foglie basali della pinguicola venivano utilizzate per far cagliare il latte. Le foglie sono ricche di enzimi digestivi p.es. peptidasi. Il nome francese «herbe caille-lait» riflette bene questo uso ethnobotanico.*

**artropodi tipo di invertebrati a simmetria bilaterale e con corpo diviso in segmenti, comprendono oltre 800000 specie suddivise in 6 classi: merostomi, aracnidi, pantopodi, crostacei, miriapodi, insetti.*

Plantes vénéneuses et lichens

Aconit et letharia, *Aconitum napellus* L., *Aconitum lycoctonum vulparia* (Rchb.) Nyman ; *Letharia vulpina* (L.)

Aconitum est un genre de plante herbacée, très vénéneuse et avec une large distribution à travers toutes les Alpes. Une des espèces les mieux connues est *Aconitum napellus* L., caractérisée par des racèmes allongés bleus foncés et des fleurs en forme de casque. Dans le passé, ses racines élargies étaient collectées pour en extraire des alcaloïdes (l'aconitine en particulier). Le long du chemin menant de la station du funiculaire au barrage, on peut aussi apercevoir des spécimens jaunes : *Aconitum lycoctonum vulparia*, qui est tout aussi toxique que son homologue bleu.

Cette espèce sauvage est très vénéneuse. Pour un homme, une dose de 1 à 5 g d'aconitine est létale. La plante est considérée comme étant un des poisons les plus efficaces. En effet, c'est la plante causant les cas d'intoxication les plus sérieux en Suisse.

Letharia vulpina est un lichen toxique. Comme son nom latin l'indique, ce lichen était utilisé pour confectionner des appâts empoisonnés pour les renards et les loups. Il pousse dans les Alpes sur l'écorce des mélèzes et son ingestion peut être mortelle.



Piante e licheni velenosi

Aconite *Aconitum napellus*, *Aconitum vulparia* e Letari, *Letharia vulpina*

Aconitum genere di piante erbacee, molto velenose diffuse sulle Alpi. Particolarmente nota la specie *Aconitum napellus*, dalle vistose pannocchie allungate di fiori blu scuro a forma di elmo. Un tempo le sue radici ingrossate venivano raccolte per l'estrazione di alcaloidi (in particolare l'aconitina). Sul sentiero che dalla stazione della funicolare porta allo sbarramento vi è anche la forma gialla (*Aconitum vulparia*), altrettanto velenosa. Questa pianta è estremamente velenosa in forma selvatica. L'aconitina, infatti è mortale in dosi da 1 a 5 milligrammi e viene considerata uno dei veleni più potenti che si conoscano al giorno d'oggi. Infatti, è la pianta che causa i maggiori problemi tossicologici in Svizzera.

La *Letharia vulpina* è un lichene tossico. Come ben sintetizza il nome latino della specie, il lichene serviva alla preparazione di esche avvelenate da dare in pasto alle volpi e ai lupi. Cresce in montagna sui tronchi di larice ed ha effetti mortali.

A gauche: *Aconitum napellus*

A droite: *Letharia vulpina*, lichen fixé sur un tronc de mélèze

A la sinistra: *Aconitum napellus*

A destra: *Letharia vulpina* sui tronchi di larice salendo verso Fontanella. Il lichene serviva per preparare esche avvelenate per le volpi facendovi macerare la carne.

A. 5 Economie alpestre

Voir le chapitre 1.5 de l'introduction.



A. 7 Lago di Cadagno

Voir le chapitre 1.3 de l'introduction



A. 6 Panneau littéraire: poésie

AVA GIUANA : pendant les dernières années de sa longue vie, la grand-mère Giuana, Giovanna Pedroli-Croce, qui avait alors autour de 90 ans, était souvent assise sur le petit banc du cimetière et pensait aux accidents survenus dans le village ; et entre autre: à celui du 8 décembre 1894 où six personnes du petit village d'Altanca, soit un père avec fils et filles de deux familles se noyèrent dans le Ritóm, en brisant la glace trop fine.



Alina Borioli est née à Ambri, dans la Leventina, en 1887; c'est ici qu'elle passe sa vie et qu'elle meurt en 1965. Après quelques années comme institutrice de l'école primaire elle continue ses études pédagogiques à l'Université de Genève (Institut J.J. Rousseau). Elle devient progressivement aveugle et se voit forcée d'abandonner ses études et son activité dans l'enseignement. Mais la maladie ne l'empêche pas de continuer son activité et sa créativité. Elle collectionne et publie en italien et en dialecte des contes, des légendes, anecdotes et des récits concernant les traditions de la vallée.

Ava Giuana

- Est-ce que votre cœur se brise,
pauvre grand-mère Giuana
lorsque la cloche sonne les funérailles?
- Cela me brise le cœur, croyez-moi:
J'ai vu beaucoup y aller;
J'ai souvent eu de bonnes raisons de me plaindre;
j'ai vu des nouveau-nés et des enfants
et ceux qui laissaient derrière eux leurs enfants.
Pour ceux qui sont morts de la maladie,
au moins pour eux on a fait ce que l'on pouvait
faire,
mais on n'est pas en paix pour celui
qui a chuté,
qui est mort de froid au sommet ci-dessus,
qui est passé sous une avalanche,
qui s'est noyé sous la glace
(six à la fois dans le lac!):
six d'un coup dans un petit village comme celui-ci,

on pouvait bien s'arracher les cheveux!
J'en ai vu qui venaient de loin,
qui trouvaient belles nos montagnes,
ils ont appris à aimer notre région,
et maintenant ils sont enterrés ici.
Ils sont un petit contrepoids à ceux du village,
qui sont morts en Amérique ou loin d'ici à Paris.
Et sans le vouloir, ils nous ont appris
que les fleurs peuvent même pousser sur les
pierres.
- Est-ce que votre cœur se brise, pauvre grand-mère
Giuana
lorsque la cloche sonne les funérailles?
- Cela me brise le cœur, croyez-moi:
J'ai vu beaucoup y aller;
je ne connais personne qui pourrait les remplacer.
La vie et la mort sont une loi
Il n'y a plus personne dans ces ruelles! Les maisons

sont vides, l'école est fermée!
Je suis très triste.
Chaque fois que j'entends le glas de la mort,
je crains que se ferme encore une fois une maison.
Voyez, c'est cela le chagrin de mon cœur;
il semble sentir la fin du village.
- Seule, là, sur le banc,
grand-mère Giuana s'endort
et rêve. . . elle voit Altanca, son Altanca,
s'épanouir de nouveau.
Et pleine de vie, est la montagne,
beaucoup de gens sortent dans les champs,
on entend de nombreuses voix,
on voit une foule de gens, jeunes et vieux,
en bonne santé et heureux.
Altanca revit: même sur les pierres on voit pousser
des fleurs.
Sonnez la cloche pour la fête;
bercez dans le rêve de grand-mère Giuana!

A. 5 Economia alpestre

Vedi capitolo 1.5 dell'introduzione.



A. 7 Lago di Cadagno

Vedi capitolo 1.3 dell'introduzione



A. 6 Poesia

AVA GIUANA : Negli ultimi anni della sua lunga vita, ava Giuana, la nonagenaria Giovanna Pedroli-Croce, seduta sulla panchina del camposanto, rievocava spesso le sciagure del suo villaggio; tra le altre quella dell'8 dicembre 1894, in cui sei contadini (di due famiglie, il padre, un figlio e una figlia) perirono attraversando il Lago Ritóm (u lèi) non solidamente ghiacciato.



Alina Borioli: Nota soprattutto per le sue poesie in dialetto nata a Quinto, in Valle Leventina, nel 1887 ed è morta nel 1965. Maestra nelle scuole elementari, prima a Lavorgo poi a Russo, in Val Onsernone, prosegue gli studi pedagogici a Ginevra, ma una cecità precoce e progressiva la costringe a lasciare ancora molto giovane sia l'insegnamento che gli studi. La sua condizione non blocca però il suo attivismo e la sua vena creativa. Uno dei filoni più proficui è quello della raccolta di fiabe, leggende, aneddoti e tradizioni popolari leventinesi, che la Borioli pubblica in diverse edizioni. Scrisse in italiano e in dialetto dell'Alta Leventina.

Ava Giuana

- Vi piange il cuore, povera nonna Giovanna,
quando suona a morto la campana?
- Mi piange il cuore, lo potete pensare:
ne ho visti tanti a voltar là;
ho avuto tante volte di che lagnarmi;
ne ho visti di appena nati e di giovanetti
e di quelli che hanno lasciato i loro piccoli.
Per chi è morto di malattia,
almeno per quelli, si è fatto ciò che si è potuto;
ma quello di cui non ci può dar pace
è di quei poveri che sono precipitati in montagna;
di chi è gelato lassù per le cime,
di chi è rimasto sotto le valanghe,
di chi è annegato sotto il crostone di ghiaccio
(sei nel lago in una sola volta!):
Sei alla volta in un paesino così
era ben roba da strapparsi i capelli!
Ne ho visti di quelli venuti da lontano

che gli son piaciute le nostre montagne,
che si sono affezionati a questi luoghi
e che ora sono qui seppelliti.
Fanno un po' il cambio con quelli del paese
che sono morti in America o fuori a Parigi.
E senza volerlo mi hanno insegnato che anche sul
sasso possono crescere i fiori.
- Vi piange il cuore, povera Giovanna,
quando suona a morto il campana?
Mi piange il cuore, lo potete pensare:
non ne vedo da rimpiazzarli.
La vita e la morte sono una legge,
non c'è più nessuno qui per queste stradicciole!
Le case sono vuote, la scuola è chiusa!
Sono proprio triste.
Ogni volta che sento suonare a morto
ho paura che si chiuda una casa!
Così, vedete, il cuore patisce;

pare di sentire la fine del paese!
- Sola, lì sulla panca,
nonna Giovanna si assopisce
E sogna . . . Vede Altanca,
il suo Altanca che rifiorisce.
È piena di vita la montagna,
c'è tanta gente fuori per la campagna,
si sentono tanti passi, si sentono tante voci
che risuonano verso la cascata.
Si sentono tante voci, si vede tanta gente,
giovani e vecchi, sani e contenti.
Oh il suo Altanca si rifà ancora:
Anche sui sassi possono crescere i fiori.
Suonatela a festa la campana;
cullate il sogno di nonna Giovanna.

A.8 Les carbonates du double synclinal de Piora: pincé tectonique et sources carbonatées

Coordonnées: 697 350/155 300

A la terminaison orientale du Lac Ritóm on traverse un petit ruisseau qui s'écoule dans un lit de galets de composition mixte, soit carbonatés, soit de schistes et de gneiss. La flore (p. ex. *Dryas octopetala*) trahit la présence d'un substrat carbonaté qui forme des affleurements le long du sentier.

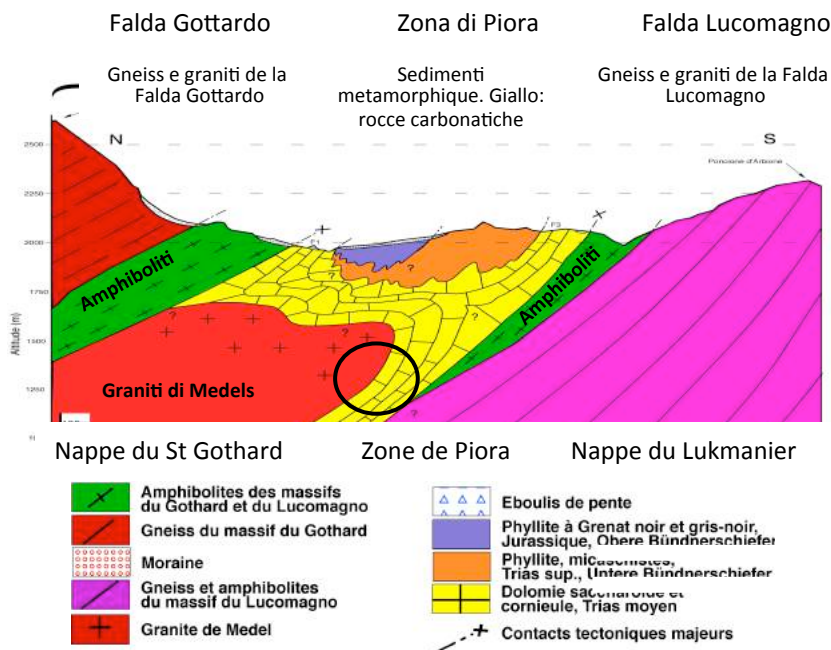


Figure a: coupe géologique N-S compilée par Nardini (2003, modifiée d'après les travaux de Etter 1986 ; 1998 et Krige 1918); pincée carbonatée du synclinal méridional de Piora (cercle), tel qu'on la rencontre à la terminaison orientale du Lac Ritóm.

Figura a: sezione geologica N-S compilata da Nardini (2003, modificata secondo i lavori di Etter 1986 ; 1998 e Krige 1918); pincé carbonatata della sinclinale meridionale di Piora (cerchio), come si incontra al punto terminale orientale del Lago Ritóm.

A.8 I carbonati della seconda sinclinale di Piora: pincé tettonico e sorgenti carbonatate

Coordinate: 697 350/155 300

Al punto terminale del Lago Ritóm si attraversa un piccolo ruscello che scorre su un letto di sassi di composizione mista, sia carbonatati, sia di scisti e gneiss. La flora (p. es. *Dryas octopetala*) tradisce la presenza di un substrato carbonatato che forma affioramenti lungo il sentiero.

In questo posto si incontra infatti la parte meridionale della sinclinale di Piora, così come appare in maniera più esplicita sul taglio della trasversale ferroviaria, localizzata circa 5 km più a est (fig. a). Nella trasversale del Ritóm, questa sinclinale si esprime essenzialmente con micascisti, quarzite (Scisti di Quarten) e carbonati.



Figures b et c: calcaires et dolomies stratifiés à fort pendage vers le nord (campanules au pied de la petite falaise).

Figure b e c: calcari e dolomie stratificati a forte inclinazione verso nord (Campanule ai piedi della piccola parete rocciosa).

On croise en fait à cet endroit la partie méridional du synclinal de Piora, telle qu'elle apparaît de façon plus explicite sur la coupe de la transversale ferroviaire, localisée env. 5 km plus à l'est (fig. a). Dans la transversale du Ritóm, ce synclinal s'exprime essentiellement par des micaschistes, des quartzites (Schistes de Quarten) et des carbonates (chapitre 1.2).

Figure d: source carbonatée à 10 m au nord du pont. **e:** Station de mesure du débit du petit ruisseau au nord du pont (coordonnées 697 390/155 400).

***Figura d:** sorgente carbonatata 10 m a nord del ponte. **e:** Stazione di misura del flusso del piccolo ruscello a nord del ponte (coordinate 697 390/155 400).*



A.9 Gorge et delta de la Murinascia

Coordonnées: 697 010/155 675

La Murinascia chute par une gorge d'une profondeur d'une bonne trentaine de mètres (fig. a) dans le Lago di Ritóm (fig. b). Cette entaille a été creusée, certainement depuis la fin du dernier âge glaciaire, dans les différentes lithologies de la Formation de Stgir (fig. 6 de l'introduction). Des bancs de quartzites et de calcaires siliceux de la partie inférieure de cette formation affleurent le long du chemin à l'ouest de la gorge. Ces lithologies donnent une bonne impression du style de déformation intense dans les formations sédimentaires du synclinal de Piora (fig. c et d). La rivière continue à creuser la gorge, aidée dans cette action par l'augmentation de son débit, depuis qu'un apport supplémentaire a été amené depuis la vallée du Rhin de Medels au début de l'exploitation du barrage.

Quand le Lago di Ritóm est plein, essentiellement au cours de l'été, le delta de la Murinascia reste caché sous l'eau. Mais dès que les CFF passent à la production intense d'électricité, de l'automne au printemps, le delta émerge avec sa morphologie caractéristique (fig. e, f). La couleur blanche provient du fait que le delta reçoit essentiellement des débris de roches (surtout de la dolomie saccharoïde) érodés dans les carbonates du synclinal de Piora.

A.9 Gola e delta della Murinascia

Coordinate: 697 010/155 675

La Murinascia cade da una gola profonda di circa trenta metri (fig. a) nel Lago Ritóm (fig. b). Questa incisione è stata scavata, certamente dopo la fine dell'ultima era glaciale, nelle differenti litologie della Formazione di Stgir (fig. 6 dell'introduzione). Banchi di quarzite e di calcari siliceosi della metà inferiore di questa formazione affiorano lungo il sentiero a ovest della gola. Queste litologie danno una buona impressione del tipo di deformazione intensa nelle formazioni sedimentarie della sinclinale di Piora (fig. c e d). Oggi ancora il fiume continua a scavare la gola, aiutato in questo dall'aumento del suo flusso, da quando un apporto supplementare è stato convogliato dalla valle del Reno di Medels all'inizio dello sfruttamento idroelettrico del lago artificiale.

Quando il Lago Ritóm è colmo, essenzialmente durante l'estate, il delta della Murinascia rimane nascosto sott'acqua. Ma appena le FFS passano a una produzione elevata di elettricità, dall'autunno alla primavera, il delta emerge con la sua morfologia caratteristica (fig. e, f). Il color bianco è causato dal fatto che il delta riceve essenzialmente detriti di rocce (soprattutto dolomia saccharoide) erose nei carbonati della sinclinale di Piora.



Figure a: gorge de la Murinascia; vue depuis le bas: falaises de quartzites et de carbonates quartzitiques de la Formation de Stgir.

Figure b: embouchure de la Murinascia dans le Lac Ritóm. A droite du chenal on reconnaît le delta.

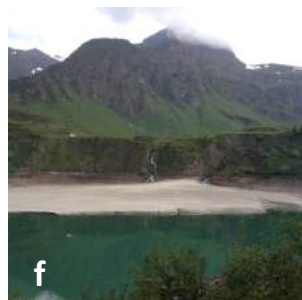
Figura a: gola della Murinascia; vista dal basso: pareti rocciose di quarzite e di carbonati quarziticici della Formazione di Stgir.

Figura b: foce della Murinascia nel Lago Ritóm. A destra del canale si riconosce il delta.



Figures c et d: quartzites, calcaires siliceux et schistes à biotite fortement déformés, le long du sentier à l'ouest de la gorge de la Murinascia.

Figure c & d: quarziti, calcari siliciosi e scisti a biotite fortemente deformati, lungo il sentiero a ovest della gola della Murinascia.



Figures e et f: delta de la Murinascia dans le Lago Ritóm, par niveau abaissé du lac (photo: Ludovico Formenti).

Figure e & f: delta della Murinascia nel Lago Ritóm, a livello basso del lago (foto: Ludovico Formenti).

A.10 Schistes à grenat du synclinal de Piora

Localisation: le long de la route d'accès au hameau de Cadagno, de part et d'autre de la rivière qui sort du Lago di Cadagno.

Les talus de la route d'alpage mettent au jour la partie supérieure de la Formation de Stgir, dont l'âge supposé est le Jurassique inférieur. Ce sont des schistes calcaires et (à l'origine) argileux, transformés en ardoises. La surface sombre des plaquettes est souvent ponctuée de taches rouilles de taille demi-centimétrique à centimétrique. Les schistes non altérés montrent l'origine de ces taches. Ils comportent des «noeuds» (en allemand: «Knotenschiefer», schistes à nœuds), correspondant à des grenats de couleur noire.



Figure a: les buttes de la chapelle San Carlo permettent d'observer les formations du synclinal de Piora: QZ: Quartzites et micaschistes de la Formation de Quarten (Trias); SG: Schistes à grenats de la Formation de Stgir (Jurassique inférieur); CA: Carbonates (calcaires vacuolaires, dolomies, Trias).

A.10 Scisti a granati della sinclinale di Piora

Ubicazione: lungo la strada d'accesso al villaggio di Cadagno di Fuori, da una parte e dall'altra del fiume che esce dal Lago di Cadagno.

Le scarpate della strada dell'alpe rivelano la parte superiore della Formazione di Stgir, che si suppone rimonti al Giurassico inferiore. Si tratta di scisti calcarei e (all'origine) argillosi, trasformati in ardesie. La superficie scura delle lastre è picchiettata spesso di macchie color ruggine di dimensione dal mezzo centimetro al centimetro. I scisti inalterati mostrano l'origine di queste macchie. Essi comportano dei «nodi» (in tedesco: «Knotenschiefer» scisti a nodi), corrispondenti a dei granati di color nero.



Figures b et c: schistes à Grenats (« Knotenschiefer ») de la Formation de Stgir (Jurassique inférieur). b: surface non altérée, c: surface altérée.

Figure b & c: scisti a Granati (Knotenschiefer) della Formazione di Stgir (Giurassico inferiore). b: superficie inalterata, c: superficie alterata.

Figura a: le collinette della cappella di San Carlo permettono di osservare le formazioni della sinclinale di Piora: QZ: Quarziti e micaschisti della Formazione di Quarten (Triassico); SG: Scisti a granati della Formazione di Stgir (Giurassico inferiore); CA: Carbonati (calcarei vacuolari, dolomie, Triassico).

A.11 Du hameau de Cadagno à l'Alpe di Piora: lecture de paysage

Localisation: Le long de la route d'alpage entre le hameau de Cadagno di Fuori et l'Alpe di Piora; monter à droite sur une des buttes pour profiter d'un beau panorama.

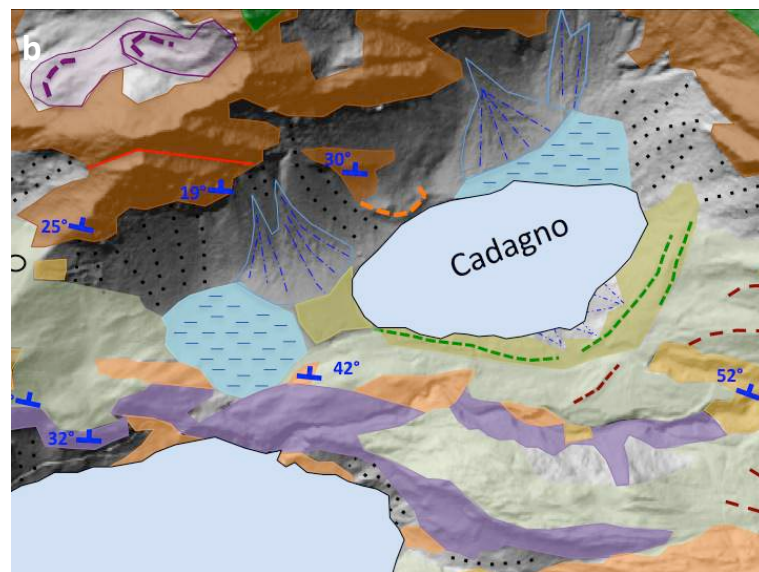


Figure a: vue du bassin du Lago di Cadagno depuis le sud; trait blanc: extension du glacier local à la fin du dernier âge glaciaire (période du Dryas III, env. 12'700 à 11'800 avant le présent). Le névé du glacier était localisé sur les hauteurs du Lago dello Stabbio. Le glacier du Lukmanier était plus en retrait (voir itinéraire C). Les différents cônes d'éboulis et de déjection (avec avalanches) datent de la période post-glaciaire. Les versants orientés sud sont essentiellement recouverts par des prairies de pâturages. Sur les versants orientés vers le nord, les zones rocheuses (affleurements et moraines à blocs) sont occupés par des landes à mirtilles.

Figure a: vista dal bacino del Lago di Cadagno da sud; tratto bianco: estesa del ghiacciaio locale alla fine dell'ultima era glaciale (periodo del Dryas III, circa 12'700 a 11'799 prima del presente). Il nevaio del ghiacciaio era localizzato sulle alture del Lago dello Stabbio. Il ghiacciaio del Lucomagno era più indietro (vedi itinerario C). I diversi coni detritici e alluvionali (con valanghe) datano del periodo post-glaciale. I versanti orientati a sud sono

A.11 Dal villaggio di Cadagno all'Alpe di Piora: lettura del paesaggio

Ubicazione: Lungo la strada dell'alpe tra il villaggio di Cadagno di Fuori e l'Alpe di Piora; salire a destra su una delle collinette per approfittare del bel panorama.



Figures b: carte géologique et morphologique du bassin du Lago di Cadagno (pour la légende voir la figure 6 de l'introduction). Etoile: panorama. L'itinéraire B ci-après suivra l'est et le nord du Lago di Cadagno. Topographie reproduite avec l'autorisation de swisstopo (BA15003)

Figura b: carta geologica e morfologica del bacino del Lago di Cadagno (per la descrizione, vedi fig. 6 dell'introduzione). Stella: panorama. L'itinerario B qui sotto seguirà l'est e il nord del Lago di Cadagno. Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003).

coperti essenzialmente da prati di pascoli. Sui versanti orientati a nord, le zone rocciose (affioramenti e morene di massi) sono occupate da lande di mirtillo, *Rhododendron ferrugineum* e *Rhododendron hirsutum* e da ginepro.

B. De l'Alpe di Piora au Lago di Tom

B.1 Lithologie et flore: flore sur dolomie saccharoïde; Val Fripp, ancienne vallée de la Murinascia

Coordonnées: 680 040/155 925

Les bâtiments de l'alpage de Piora jouxtent au nord un vallon en U, avec un fond verdoyant, parcouru par un petit ruisseau et des flancs pentus, structurés par les petits replats des sentiers du bétail en pâturage. Sur ces flancs le substrat rocheux de couleur blanchâtre perce dans de petites marches et à la faveur des nombreux terriers de marmottes (fig a).



Figure a: vallée sèche (Val Fripp), vue vers l'est. La petite rivière coule sur des dépôts de ruissellement. Les deux versants font apparaître le substrat carbonaté.

Figura a: valle secca (Val Fripp), vista verso est. Il piccolo fiume scorre sui depositi di scorrimento. I due versanti mostrano il substrato carbonatato.

Cette vallée évacuait, à la fin du dernier âge glaciaire, les eaux de fonte du glacier du Lukmanier, avant que la gorge de la Murinascia ne prenne le relais. Il s'agit d'une «vallée sèche» au sens géomorphologique.

B. Dall'Alpe di Piora al Lago di Tom

B.1 Litologia e flora: flora su dolomia saccharoide; Val Fripp, antica valle della Murinascia

Coordinate: 680 040/155 925

Le baite dell'alpe di Piora confinano a nord con una valletta a forma di U, con fondo verdeggianti percorso da un ruscello e dai fianchi ripidi, strutturati dai piccoli ripiani dei sentieri del bestiame al pascolo. Su questi pendii il substrato roccioso di color biancastro si intravede su piccoli scalini e davanti alle numerose tane di marmotta (fig. a).



Figure b: carbonates supportant la litière végétale par l'intermédiaire d'une fine couche de sol d'altération, flore à Seslerion.

Figura b: carbonati che sopportano una copertura vegetale mediante uno strato sottile di suolo di alterazione, flora a Seslerion.

Questa valle evacuava, alla fine dell'ultima era glaciale, le acque di scioglimento del ghiacciaio del Lucomagno, prima che la gola della Murinascia prendesse il suo posto. Si tratta di una «valle secca» nel senso geomorfologico.



Cette vallée évacuait, à la fin du dernier âge glaciaire, les eaux de fonte du glacier du Lukmanier, avant que la gorge de la Murinascia ne prenne le relais. Il s'agit d'une «vallée sèche» au sens géomorphologique.

Le substrat rocheux est formé de «dolomies saccharoïdes» de la de Zone Piora. Ces carbonates se délitent souvent en petits bancs et se décomposent en une poudre blanche au toucher. Ils montrent le plus souvent une forte réaction à l'acide chlorhydrique, indiquant également la présence de calcite en tant que produit de transformation issu de la réaction entre du gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) et de la dolomie ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Par endroits, la roche montre une texture vacuolaire.

Le rocher peut être recouvert, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une petite couche morainique, d'un podsol ou d'un sol brun de faible profondeur (fig. b)

La flore de ce site correspond à celle de la *Pelouse calcaire sèche à séslerie* (*Seslerion*: 4.3.1) selon Delarze et Gonseth (2008). Massy (2011) y mentionne la composition suivante: «La flore est dominée par la séslerie bleuâtre (*Sesleria coerulea*), mais on y trouve également la laiche toujours verte (*Carex sempervirens*), l'aster des Alpes (*Aster alpinus*), la fameuse dryade à huit pétales (*Dryas octopetala*), la globulaire à feuilles en cœur (*Globularia cordifolia*) ainsi que de nombreux petits saules tels que le saule à feuilles de serpolet (*Salix serpillifolia*), le saule à réseau (*Salix reticulata*) ou encore le saule à feuilles émoussées (*Salix retusa*). »

Questa valle evacuava, alla fine dell'ultima era glaciale, le acque di scioglimento del ghiacciaio del Lucomagno, prima che la gola della Murinascia prendesse il suo posto. Si tratta di una «valle secca» nel senso geomorfologico.

Il substrato roccioso è formato da «dolomie saccaroidi» della sinclinale di Piora. Questi carbonati si frammentano spesso in piccoli banchi e si decompongono in una polvere bianca appena si tocca. Mostrano spesso una forte reazione all'acido cloridrico, indicando così la presenza di calcite come prodotto di trasformazione prodotto dalla reazione tra gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e dolomia ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). A volte, la roccia mostra una struttura vacuolare.

La roccia può essere ricoperta, sia direttamente sia mediante un piccolo strato morenico, da un podzol o da un suolo bruno di debole profondità (fig. b).

*La flora di questo sito corrisponde a quella di una prateria calcarea secca a sesleria (*Seslerion* : 4.3.1) secondo Delarze & Gonseth (2008). Massy (2011) menziona la composizione seguente: «La flora è dominata dalla sesleria comune (*Sesleria coerulea*), ma si trova anche il *Carex sempervirens*, l'astro alpino (*Aster alpinus*), il famoso camedrio alpino (*Dryas octopetala*), la vedovella celeste (*Globularia cordifolia*) come pure numerosi piccoli salici quali il salice a foglie di serpillio (*Salix serpillifolia*), il salice reticolato (*Salix reticulata*) oppure il salice retusa (*Salix retusa*).»*

B.2 Les sources du Lago di Cadagno

Coordonnées: 680 000/155 250

Le chapitre 1.3 mentionne les sources profondes qui alimentent le Lago di Cadagno avec une eau fortement minéralisée. De nombreuses sources apparaissent également sur les versants tout autour du bassin du lac. Ces sources peuvent être alimentées soit par des eaux ayant circulé dans les éboulis et autres dépôts de pente, soit par des cheminements plus profonds, failles et fractures, localisés dans le substrat rocheux (fig. a).

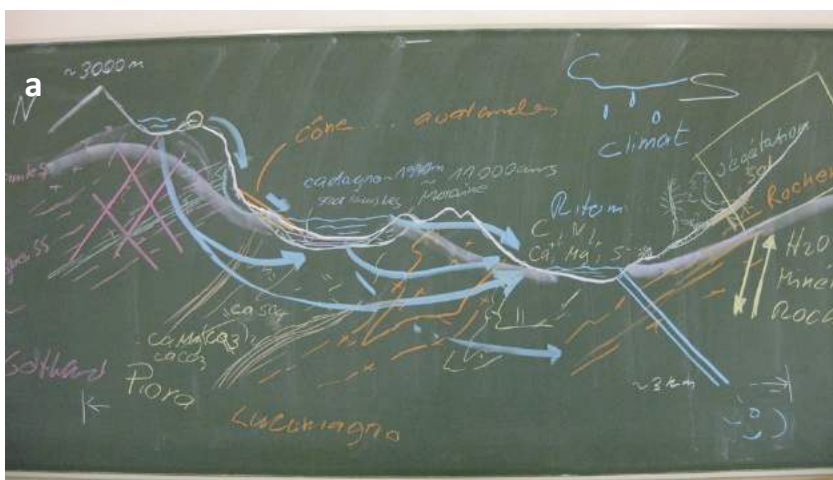


Figure a: présentation didactique des cheminements d'eau dans la zone de Piora (stage de formation en sciences de l'environnement, Université de Genève, 2013).

Figura a: presentazione didattica dei percorsi delle acque nella Zona di Piora (corso di formazione in scienze ambientali, Università de Genève, 2013).

Les nombreuses sources le long du versant est du Lago di Cadagno offrent un bon exemple. Ces venues d'eau ont des débits assez réguliers et permanents, même pendant la saison d'été. Mais alors que certains filets d'eau ont une bonne minéralisation, indiquant un chemin d'écoulement

B.2 Le sorgenti del Lago di Cadagno

Coordinate: 680 000/155 250

Il capitolo 1.3 menziona le sorgenti profonde che alimentano il Lago di Cadagno con acqua fortemente mineralizzata. Numerose sorgenti appaiono anche sui versanti ai bordi del bacino lacustre. Queste sorgenti possono essere alimentate sia da acqua circolante tra i ghiaioni e i depositi dei pendii, sia con percorsi profondi, falle e fratture, localizzate nel substrato roccioso (fig. a).

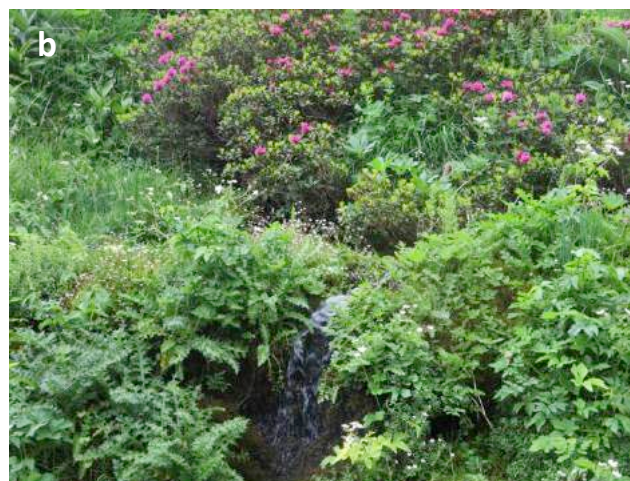


Figure b: source d'origine profonde au site 680 000/155 250. L'association végétale dominante sur ces pentes morainique est celle du Rhododendro-Vaccinium (5.4.5) selon Delarze et Gonseth (2008), des landes qui marquent des sols acides. Du bas-marais peut apparaître le long des rives du lac.

Figura b: sorgente di origine profonda al sito 680 000/155 250. L'associazione vegetale dominante su questi pendii morenici è quella di Rhododendro-Vaccinium (5.4.5) secondo Delarze e Gonseth (2008), lande che marciano suoli acidi. Paludi basse possono apparire lungo le rive del lago.

conséquent dans le milieu rocheux (fig. b), d'autres ne montrent qu'une minéralisation faible, indiquant un cheminement court et probablement à faible profondeur.

Pour l'hydrogéologue averti, la distinction entre ces eaux est aisée: elle se fait de préférence par la mesure de la conductivité électrique qui est fonction notamment de la salinité (minéralisation) des eaux. Une autre mesure possible est celle de la température qui restera constante au cours de l'année et au cours d'une journée pour une source d'origine profonde, alors qu'elle changera en fonction de la température ambiante pour une source superficielle.

B.3 Cônes alluviaux et marais, laves torrentielles et avalanches

Coordonnées: 680 000/156 480 à 697 500 156 470

En venant de l'Alpe di Piora, le chemin alpestre traverse, des points B.1 à B.4, la moraine de la fin du dernier âge glaciaire (panorama A.11); il quitte ensuite ces moraines et traverse un cône d'éboulis et des cônes alluviaux (fig. a). Eboulis et cônes alluviaux reçoivent, en hiver et au printemps, des avalanches. Alors que le cône alluvial à l'ouest (à gauche, fig. a, b et c) et les éboulis sont constitués d'un matériel grossier, le cône alluvial de la rivière provenant du Lago dello Stabbio est formé de matériel plus fin et se termine dans la zone humide (fig. d et e).

Sur les cônes de déjection et sur l'éboulis, la flore est très variée avec, au printemps, de nombreuses gentianes, des lys, etc. L'association floristique correspond au Nardion (4.3.5 selon Delarze et Gonseth, 2008).

Selon Geissler & Selldorf, (1986) une partie de la zone humide correspondrait à un bas-marais, alimentée par les eaux de ruissellement et les sources, avec au centre deux îlots de haut-marais. Cette zone n'est pas soumise au pâturage par le bétail.

Le numerose sorgenti lungo il versante est del Lago di Cadagno ne offrono un buon esempio. Queste fonti d'acqua hanno una portata abbastanza regolare e permanente, anche durante la stagione estiva. Ma mentre certi fili d'acqua hanno una buona mineralizzazione, indicando un percorso di scorrimento importante in un ambiente roccioso (fig. b), altri mostrano una mineralizzazione debole, indicante un percorso corto e probabilmente a debole profondità.

Per l'idrogeologo esperto, la differenza tra queste acque è facile: si ricorre di preferenza alla misura della conduttività elettrica che è funzione in particolare della salinità (mineralizzazione) delle acque. Un'altra misura possibile è data dalla temperatura che rimarrà costante nel corso della giornata e dell'anno per quanto riguarda una sorgente di origine profonda, allorché essa varierà in funzione della temperatura ambiente per una sorgente superficiale.

B.3 Coni alluvionali e paludi, lave torrentizie e valanghe

Coordinate: 680 000/156 480 à 697 500 156 470

Proveniente dall'Alpe di Piora, il sentiero alpestre attraversa, dai punti B.1 a B.2, la morena della fine dell'ultima era glaciale (panorama A.11). Lascia in seguito queste morene e attraversa un cono di ghiaioni e di coni alluvionali (fig. a). Ghiaioni e coni alluvionali ricevono, in inverno e primavera, delle valanghe. Mentre il cono alluvionale a ovest (a sinistra, fig. a, b & c) e i ghiaioni sono costituiti da materiale grossolano, il cono alluvionale del fiume proveniente dal Lago dello Stabbio è formato da materiale più fine e termina nella zona umida (fig. d ed e).

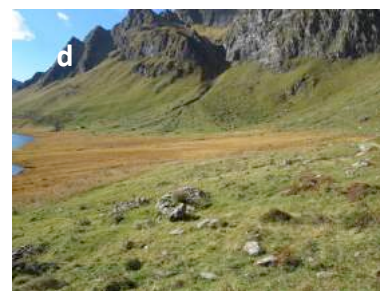
Sui coni di deiezione e sui ghiaioni, la flora è molta variata con, in primavera, numerose genziane, gigli, ecc. L'associazione floristica corrisponde al Nardion (4.3.5 secondo Delarze e Gonseth, 2008).

Secondo Geissler & Selldorf, (1986) una parte della zona umida corrisponderebbe a una palude bassa, alimentata dalle acque di scorrimento e le sorgenti, con al centro due isolotti. Questa zona non è sottoposta a pascolazione.



Figure a: cônes alluviaux et d'avalanches (Al), éboulis (Eb) au nord du Lago di Cadagno. Prise de vue en octobre 2014.

Figura a: coni alluvionali e di valanghe (Al), ghiaioni (Eb) a nord del Lago di Cadagno, ottobre 2014.



Figures b et c: cônes de déjection avec chenaux et langues de dépôt de laves torrentielles (coulées de boues et de blocs). Ces coulées de lave se déclenchent à l'occasion de la fonte des neiges et de fortes précipitations. Une partie du matériel est également déposé par les avalanches.

Figures d et e: le marais et son passage au lac. d: prise de vue en octobre 2014 (couleurs d'automne), e: prise de vue en juin 2012

Figure b & c: coni di deiezione con canali e lingue di deposito di lave torrentizie (colate di fango e blocchi). Queste colate di lava scendono in occasione dello scioglimento della neve o di forti precipitazioni. Una parte del materiale può essere depositata dalle valanghe.

Figure d & e: la palude dove costeggia il lago. d: ottobre 2014 (colori autunnali), e: giugno 2012.

B.4 Dater un village d'alpage à l'aide des lichens?

Coordonnées: 697 600/156 480

Un ancien village d'alpage, utilisé notamment pour la récolte du foin, était situé à Cadagno di Dentro, coïncé entre le versant du Poncione Garioi et le Lago di Cadagno. D'anciennes cartes, photos et peintures montrent jusqu'à 17 petits «rustici» (cabanes d'alpage), dont les toits étaient couverts de plaques de gneiss. Les avalanches de l'hiver 1951 ont emporté une dizaine de ces maisons (fig. a). D'autres maisonnettes sont tombées en ruine ou ont été touchées depuis par des avalanches. Les anciens emplacements sont encore clairement marqués dans le terrain. Actuellement, il ne reste plus que 3 maisons (fig. b).

Mais quand ce village a-t-il été construit? Les lichens qui colonisent les toits nous permettent d'en avoir une idée, même si une datation précise n'est pas possible par cette méthode.

En effet, le lichen de couleur fluo, le *Rhizocarpon geographicum* s'installe en général sur des surfaces de roches «acides», gneiss, granites et quartzites. Après environs 25 ans, les colonies commencent à grandir et leur diamètre augmente de façon linéaire (fig. c). La vitesse de croissance dépend des conditions locales. Elles ne sont pas connues avec précision à Piora, mais le taux de croissance ne devrait pas se situer loin d'env. ¼ mm par année. Des colonies de lichens peuvent ainsi être observées sur des blocs isolés des cônes d'éboulis. Celles de la fig. c ont un diamètre maximal d'env. 2.5 cm, correspondant à un âge d'env. 100 ans. Sur les toits des maisons de Cadagno di Dentro, le diamètre des lichens ne peut plus être mesuré: en effet, les colonies se touchent et se superposent (fig. d), ce qui signifie, vue la taille visible, que leur croissance a commencé bien avant le milieu du XIXème siècle.

B.4 Datare un villaggio d'alpe con l'aiuto dei licheni?

Coordinate: 697 600/156 480

Un antico insediamento stagionale, utilizzato tra l'altro per la raccolta del fieno, era situato a Cadagno di Dentro, incastrato tra il versante del Poncione Garioi e il Lago di Cadagno. Vecchie carte, foto e quadri mostrano un massimo di 17 piccole cascine "rustici", i cui tetti erano coperti di lastre di gneiss. Le valanghe dell'inverno 1951 hanno sventrato una decina di queste cascine (fig. a). Altre cascine sono rovinate o sono state distrutte da altre valanghe. I luoghi dove sorgevano sono ancora nettamente visibili sul terreno. Attualmente, restano solo 3 cascine (fig. b).

Ma quando fu stabilito questo insediamento? I licheni che colonizzano i tetti permettono di farci un'idea, anche se una datazione precisa è impossibile con questo metodo.

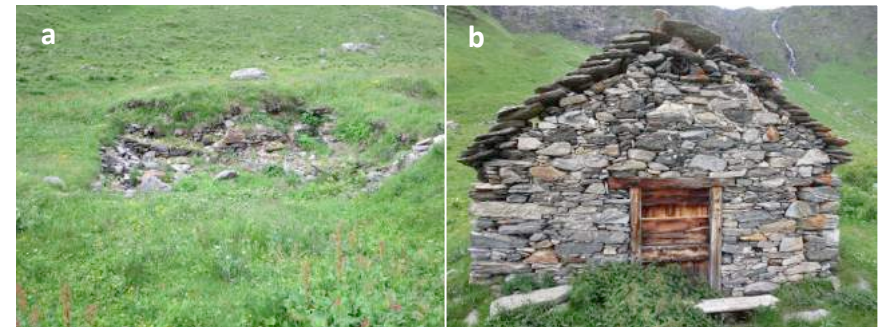
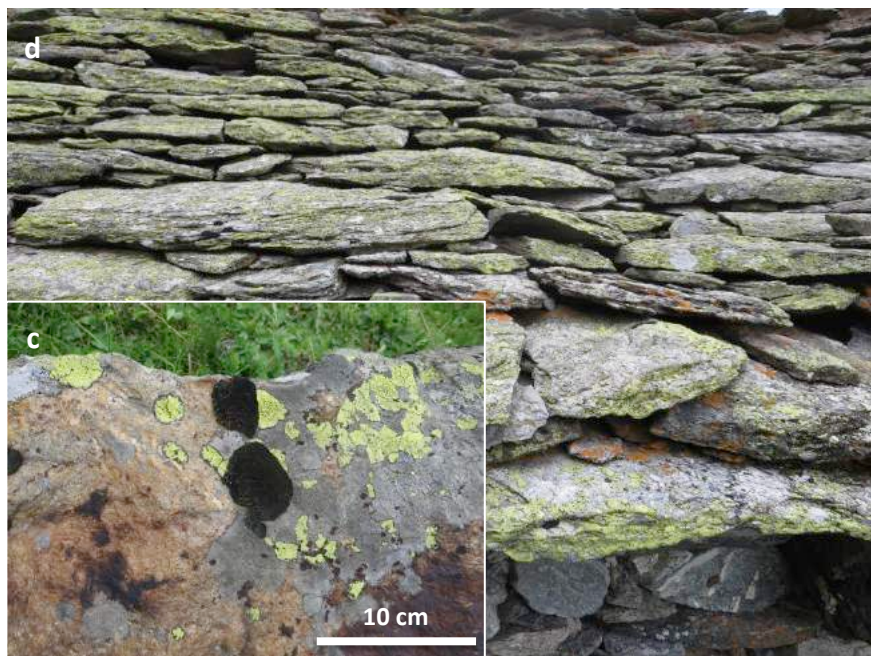


Figure a: ancien emplacement d'une maison d'alpage; **b:** une des trois maisons encore existantes à Cadagno di Dentro.

Figure a: antica ubicazione di una baita di alpeggio; **b:** una delle tre baite ancora esistenti a Cadagno di Dentro.



Infatti, il lichene giallo-verde, le *Rhizocarpon geographicum* si installa normalmente su superfici di rocce «acide», gneiss, graniti e quarzite. Dopo circa 25 anni, le colonie cominciano a crescere e il loro diametro aumenta in maniera lineare (fig. c). Il ritmo di crescita dipende dalle condizioni locali. Queste non sono conosciute con precisione a Piora, ma la crescita in media non dovrebbe essere lontana da circa $\frac{1}{4}$ mm all'anno. Colonie di licheni possono così essere osservate su blocchi isolati dei coni di ghiaioni. Quelle della fig. c hanno un diametro massimo di circa 2.5 cm, corrispondenti cioè a un'età di circa 100 anni. Sui tetti delle case di Cadagno di Dentro, il diametro dei licheni non può più essere misurato: infatti le colonie si toccano e si sovrappongono (fig. d), ciò che significa, viste le dimensioni, che la loro crescita è cominciata ben prima della metà del XIX secolo.

Figure c: colonies du lichen *Rhizocarpon geographicum* sur un bloc de gneiss éboulé. Âge des colonies: env. 100 ans; **d:** lichens sur les plaques de gneiss qui recouvrent la maison fig. b. Les colonies sont fusionnées et ne permettent plus d'estimer un âge. Ceci indique que les lichens se sont installés il y a plus d'env. 150 ans.

Figura c: colonie di lichene *Rhizocarpon geographicum* su un blocco franato di gneiss. Età delle colonie: circa 100 anni; **d:** licheni sulle lastre di gneiss che ricoprono la baita fig. b. Le colonie si sovrappongono e non permettono più di stimare l'età. Ciò indica che i licheni si sono installati da più di 150 anni.

B.5 Moraine de névé de Cadagno di Dentro

Coordonnées: 697 340/156 350

Les langues glaciaires supportent et transportent sur leur dos les débris de roches, éboulis et éboulements provenant des reliefs qui les entourent. Ce matériel peut s'accumuler le long du front de la langue et sur ses bordures, surtout en cas d'arrêt ou de stagnation du glacier, et former ainsi les moraines frontales et latérales.

La digue en forme de croissant que l'on observe dans la pente en amont de Cadagno di Dentro est manifestement d'une autre origine, même si elle ressemble beaucoup à une petite moraine frontale. En effet, cette

B.5 Morena di nevaio di Cadagno di Dentro

Coordinate: 697 340/156 350.

Le lingue di ghiacciaio supportano e trasportano sul loro dorso i detriti di rocce, ghiaioni e frane provenienti dai rilievi che le fiancheggiano. Questo materiale può accumularsi lungo il fronte della lingua e sui suoi bordi, specialmente in caso di stallo o di stagnazione del ghiacciaio e formare così le morene frontali e laterali.

La diga a forma di mezzaluna che osserviamo nel pendio a monte di Cadagno di Dentro è chiaramente di altra origine, anche se assomiglia molto a una piccola morena frontale. Infatti, questa accumulazione non è

accumulation n'est pas localisée dans un talweg et n'est pas liée à un cirque glaciaire. Elle termine simplement vers le bas une longue pente herbeuse sur laquelle des plaques de neige peuvent glisser et s'accumuler en pied de pente. Or, cette neige transporte avec elle le matériel érodé au passage et l'accumule d'année en année.

Actuellement, cette « moraine de névé » est toujours active et peut être nourrie pendant les hivers neigeux. Mais ses origines remontent fort probablement à la période tardi-glaciaire, de la période du Dryas III, il y a env. 12'700 à 11'800 ans.

A l'intérieur de l'arc morainique et dans ses alentours on observe des buttes vertes, de taille métrique à pluri-métrique. Ce sont essentiellement des blocs isolés et des amoncellements recouverts de végétation.

La morphologie de la pente en amont montre des structures de mouvements de terrain.

Figure a: moraine de névé à Cadagno di Dentro.

Figura a: morena di nevaio a Cadagno di Dentro.

localizzata in un talweg e non è legata a un circo glaciale. Essa termina semplicemente verso il basso un lungo pendio erboso sul quale delle falde di neve possono scivolare e accumularsi ai piedi del pendio. Oppure, questa neve trasporta con sé il materiale eroso sul suo passaggio e lo accumula d'anno in anno.

Attualmente, questa « morena di nevaio » è ancora attiva. Ma le sue origini rimontano molto probabilmente al periodo tardo-glaciale del Dryas III, da circa 12'700 a 11'700 anni fa.

All'interno dell'arco morenico e nei suoi dintorni si osservano delle collinette verdi, di dimensione metrica a plurimetrica. Sono essenzialmente massi solitari e mucchi di detriti ricoperti di vegetazione.

La morfologia del pendio a monte mostra strutture di movimenti di terreno.



B.6 Les amphibolites de la Nappe du St Gothard

Coordonnées: 696 870/156 190

Le grand cône de dépôts de pente situé au nord du hameau de Cadagno est certainement d'origine composite (fig. a): coulées d'avalanche, ruissellement, de rares laves torrentielles et des blocs éboulés se mêlent. En bas de pente, de grands blocs, parfois métriques ou même plus, ont probablement leur origine dans un écroulement de falaise assez récent. Il s'agit en grande partie de blocs d'amphibolites noires (fig. b), à la surface desquelles on reconnaît des amphiboles en étoiles.

Les falaises en amont du cône, qui forment le petit sommet du Poncione Garioi, sont formées de différents gneiss et schistes, souvent à grenat et à gerbes d'amphiboles (voir B.7), et de gneiss à deux micas et à plagioclase, appartenant à la Nappe du St Gothard. Pour retrouver des amphibolites pures il faut monter vers le sommet du Pizzo Taneda (fig. a), où une formation d'amphibolites de 80 à 100 m d'épaisseur se trouve intercalée dans la série. C'est donc depuis cette zone que les blocs auraient pris le chemin jusqu'au pied du cône.



Fig. a: cône de déjection entre Pizzo Taneda et Poncione Garioi. Les gros blocs au pied du cône sont essentiellement composés d'amphibolites

Fig. a: cono di deiezione tra Pizzo Taneda e Poncione Garioi. I grossi massi ai piedi del cono sono essenzialmente composti di anfiboliti

B.6 Gli anfiboliti della Falda di ricoprimento Gottardo

Coordinate: 696 870/156 190

Il grande cono di depositi di pendio situato a nord del villaggio di Cadagno è certamente di origine composita (fig. a): colate di valanghe, erosione, alcune lave torrentizie e blocchi franati si mescolano. Ai piedi del pendio, grandi massi, talvolta metrici ma anche di più, trovano la loro origine nel crollo di una parete rocciosa abbastanza recente. Si tratta in gran parte di anfiboliti neri (fig. b), alla cui superficie si riconoscono anfiboli a forma di stella.

Le pareti a monte del cono, che formano la piccola cima del Poncione Garioi, sono formate da diversi gneiss e scisti, spesso con granati e con mazzi d'anfiboli (B.7) e di gneiss a due miche e a plagioclasio, appartenenti alla Falda di ricoprimento Gottardo. Per trovare anfiboliti puri bisogna salire verso la cima del Pizzo Taneda (fig. a), dove una formazione di anfiboliti da 80 a 100 m di spessore si trova intercalata nella serie. E dunque da questa zona che i massi sarebbero rotolati fino ai piedi del cono.



Fig b: bloc d'amphibolites (couteau suisse: 9 cm).

Fig b: blocco di anfiboliti (coltello svizzero: 9 cm).

Fig. c: surface du bloc d'amphibolites avec des amphiboles noires en étoiles.

Fig. c: superficie del blocco di anfiboliti con anfiboli neri a forma di stella.

B.7 Le marais de Cadagno di Fuori

Le sentier pédestre qui monte depuis le hameau de Cadagno vers le Lago di Tom offre d'abord une bonne vision de la pétrographie et la minéralogie des falaises surplombantes. On y observe notamment des blocs de gneiss à grenat avec de magnifiques gerbes d'amphibole noire (fig. a). Depuis le sentier on profite ensuite d'une belle vue sur le marais de Cadagno di Fuori (fig. b et d).



Figure a: bloc de gneiss à grenat et amphibole en gerbes. Le plus grand grenat isolé trouvé à ce jour dans la couche d'altération le long du sentier montre un diamètre de 3 cm.

Figura a: blocco di gneiss a granati e anfiboli a mazzo. Il più grande granato isolato trovato fino ad oggi nello strato di alterazione lungo il sentiero annovera un diametro di 3 cm.

Le Bas-marais de Cadagno di Fuori a été décrit et cartographié en détail par Geissler & Selldorf (1986). Les auteurs ont notamment distingué les associations végétales suivantes (fig. b, c et d):

Bas-marais naturel:

- *Sphagnetum nemorei* (recouvert ou non de buissons)
- *Caricetum goodenovii*
- *Elicharitetum pauciflorae*
- *Carex rostrata*
- Associations fontinales

Bas-marais exploité ou anciennement exploité:

- *Trichophoretum caespitosi*
- *Drepanocladetosum revolutis*
- *Phragmites australis*
- *Trichophoretum caespitosi nardetosum*
- Prairies grasses
- Indicateurs de nutriments (*Rununculus aconitifolius*, etc.)
- *Sphagnetum nemorei*

Geissler P., Selldorf P. 1986: Vegetationskartierung und Transektanalyse im subalpinen Moor von Cadagno di Fuori (Val Piora, Ticino), Saussurea 17, pp. 35-70.

B.7 La palude di Cadagno di Fuori

Il sentiero pedestre che sale dal villaggio di Cadagno verso il passo che permette di accedere al Lago di Tom offre innanzitutto una buona visione della petrografia e la mineralogia delle pareti sovrastanti. Si osservano in particolare blocchi di gneiss a granati con magnifici mazzi di anfiboli neri (fig. a). Dal sentiero si approfitta in seguito di una bella vista sulla palude di Cadagno di Fuori (fig. b e d).



Figure b: bas-marais de Cadagno di Fuori, vue depuis le sentier du Lago Tom.

Figura b: palude bassa di Cadagno di Fuori, vista dal sentiero del Lago Tom.

La palude bassa di Cadagno di Fuori è stata descritta e cartografata in dettaglio da Geissler e Selldorf (1986). Gli autori hanno fatto una distinzione tra le associazioni vegetali seguenti (fig. b, c & d):

Palude bassa naturale:

- *Sphagnetum nemorei* (ricoperto o no da cespugli)
- *Caricetum goodenovii*
- *Elicharitetum pauciflorae*
- *Carex rostrata*
- Associazioni fontinali

Palude bassa sfruttata o anticamente sfruttata:

- *Trichophoretum caespitosi*
- *Drepanocladetosum revolutis*

Le marais est alimenté au nord par les eaux de ruissellement et des sources peu profondes (fig. c) et à l'ouest par des sources qui sortent des roches carbonatées localisées sous la moraine glaciaire.



Figure c: sources au nord du marais.

Figure d: cartographie de Geissler et Selldorf (1986).

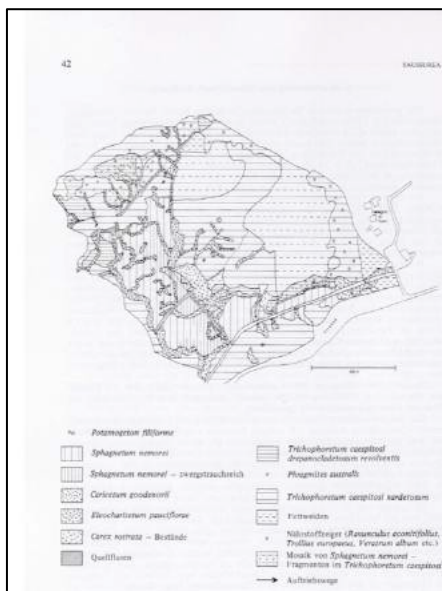


Figura c: sorgenti a nord della palude.

Figura d: cartografia di Geissler e Selldorf (1986).

Les canaux du marais:

Fig. e illustre, à travers la conductivité électrique, l'origine des eaux du marais. Plusieurs sources avec des eaux fortement minéralisées (conductivité élevée) se trouvent du côté sud-ouest du marais, d'autres zones (en blanc sur la figure) sont caractérisées par l'eau de pluie et d'autres eaux de surface (faible conductivité). Le fond des canaux, profonds de quelques cm à quelques dm, est couvert de tapis algaires, bactériens et de mousses. On remarque en particulier des spots de bactéries phototrophes, qui oxydent le HS, de façon comparable aux bactéries rencontrées à 12 m de profondeur dans le Lago di Cadagno (fig. f et g).

Aux endroits dépourvus de bactéries phototrophes, la molécule HS est oxydée par l'oxygène atmosphérique en soufre élémentaire. Dans un profil vertical on aperçoit du haut vers le bas: une couche brune de diatomées, productrices d'oxygène, puis une couche de bactéries

- *Phragmites australis*
- *Trichophoretum caespitosi nardetosum*
- *Praterie grasse*
- *Indicatore di nutrienti* (*Rununculus aconitifolius*, etc.)
- *Sphagnetum nemorei*

Geissler P. & Selldorf P. 1986: Vegetationskartierung und Transektanalyse im subalpinen Moor von Cadagno di Fuori (Val Piora, Ticino), Saussurea 17, pp. 35-70.

La palude è alimentata a nord dalle acque di erosione e da sorgenti poco profonde (fig. c) e a ovest da sorgenti che escono dalle rocce carbonatate localizzate sotto la morena glaciale.

I canali della torbiera:

Fig. e illustra, attraverso la conduttività elettrica, l'origine delle acque palude. Diverse fonti con acqua altamente mineralizzata (alta conducibilità) sono sul lato sud-ovest della palude, altri settori (in bianco nella figura) sono caratterizzati da acqua piovana e altre acque di superficie (bassa conducibilità). Il fondo dei canali, profondo pochi centimetri a qualche dm, è coperto con tappeti di alghe, muschi e batteri. Notiamo in particolare dei punti (spots) di batteri fototrofi che ossidano HS, paragonabile ai batteri che si trovano a 12 metri di profondità nel Lago di Cadagno (fig. f e g).

Nei luoghi privi di batteri fototrofi, le molecole di HS sono ossidate dall'ossigeno atmosferico in zolfo elementare. In un profilo verticale è vista dall'alto verso il basso: uno strato marrone di diatomee produttrici di ossigeno, poi uno strato di batteri fototrofi.

phototrophes. Le niveau de base de couleur noire est formé par des sulfato-réducteurs qui produisent du HS, utilisé pour la production de sulfure de fer (FeS) de couleur noire.

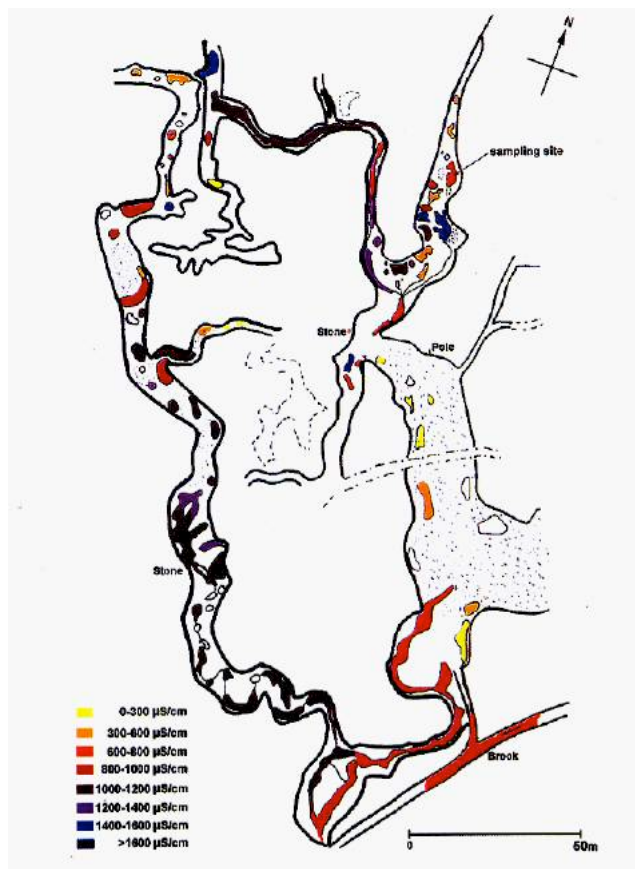


Figure e: carte des canaux d'eau dans le marais de Cadagno di Fuori; conductivité électrique.

Figura e: mappa di canali d'acqua nella torbiera Cadagno di Fuori ; conducibilità elettrica.

Il colore nero del livello in centro è costituito da solfato - riduttori che producono HS , utilizzato per la produzione di solfuro di ferro (FeS) in nero.



Figure f: tapis microbiens, mousses (gauche) et algues dans le marais de Cadagno di Fuori; au centre: tâche de bactéries phototrophes. **Figure g:** tapis de bactéries phototrophe.

Figura f: tappeti microbici , schiume (a sinistra) e le alghe nella torbiera di Cadagno di Fuori ; Centro : zona di batteri fototrofi . **Figura g:** batteri fototrofi.



Figures h et i: dépôt de soufre élémentaire à la surface sédimentaire.

Figure h e i: deposito di zolfo elementare nella superficie dei sedimenti



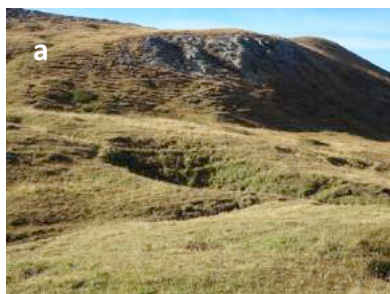
Figure j: profile sédiment – tapis bactérien.

Figure j: sedimenti Profile - tappeti batterici

B.8 Dolines de karst dans la zone carbonatée

Coordonnées: 696 200/156 000 (point 2077)

La zone carbonatée du synclinal de Piora passe par le col qui relie Cadagno au Lago di Tom. Au col même, plusieurs dépressions dues à la dissolution des roches, des «dolines» impriment la lithologie sous-jacente à ce paysage (fig. a et b).



B.8 Doline carsiche nella zona carbonatata

Coordinate: 696 200/156 000 (punto 2077)

La zona carbonatata della sinclinale di Piora attraversa il passo che collega Cadagno al Lago di Tom. Sul passo stesso ("la bassa det la galina"), alcune depressioni di scioglimento delle rocce, delle «doline» imprime la litologia sottostante a questo paesaggio (fig. a e b).

Figure a: alignement de zones de dissolution (dolines) dans les carbonates du col, indiquant probablement le tracé d'une faille.

Figure b: doline circulaire d'un diamètre d'env. 10 m.

Figura a: allineamento di zone di scioglimento (doline) nei carbonati del passo, che indicano probabilmente il tracciato di una faglia.

Figura b: dolina circolare di un diametro di circa 10 m.

Figure c: tête d'érosion d'une vallée érodée dans les dolomies saccharoïdes à 30 m au nord du col.

Figure d: détail de l'affleurement de dolomie saccharoïde. La désintégration de la roche en poudre peut atteindre des centaines de mètres de profondeur.

Figura c: testa di erosione di una valle erosa nelle dolomie saccaroidi 30 m a nord del passo.

Figura d: dettaglio dell'affioramento di dolomia saccaroide. La disintegrazione della roccia in polvere può raggiungere centinaia di metri di profondità.

B.9 Exutoire souterrain du Lago di Tom

Coordonnées: 695 860/155 980

Le bassin du Lago di Tom a été creusé par le glacier dans la zone carbonatée du synclinal de Piora (fig. a). Grâce aux contrastes géochimiques avec les roches acides des nappes du St Gothard et du Lukmanier, le paysage héberge par ailleurs une flore très riche et variée. L'exutoire se fait par un «portail» de karst dans les dolomies et calcaires (fig. b).



B.9 Sbocco sotterraneo del Lago di Tom

Coordinate: 695 860/155 980

Come già menzionato per il Lago di Cadagno, il bacino del Lago di Tom è stato scavato dal ghiacciaio nella zona carbonatata della sinclinale di Piora (fig. a). Grazie ai contrasti geochimici con le rocce acide delle falde del Gottardo e del Lucomagno, il paesaggio ospita d'altronde una flora ricca e variata. Lo sbocco si fa da un «portale» carsico nelle dolomie e i calcari (fig. b).

Figure a: vue du Lago di Tom depuis l'est; zone carbonatée à gauche, Nappe du St Gothard à droite

Figure b: exutoire du lac par une sortie de karst.

Figura a: vista sul Lago di Tom da est; zona carbonatata a sinistra, Falda di ricoprimento Gottardo a destra.

Figura b: sfogo del lago da un'uscita carsica.

Figures c et d: falaise de l'exutoire; style de déformation des bancs de dolomie. Cette lithologie a un comportement cassant, même à haute température. On observe en conséquence des plis fracturés.

Figure c & d: parete dello sfogo; stile di deformazione dei banchi di dolomia. Questa litologia ha un comportamento fragile, anche ad alta temperatura. Di conseguenza si osservano delle pieghe fratturate.

B.10 Cycles sédimentaires d'un cône alluvial

Coordonnées: 695 770/156 120

Le bâtiment de l'Alpe di Tom est construit sur un cône alluvial qui prend ses origines dans la zone carbonatée en amont. Il s'agit d'un cône à très faible gradient qui se prolonge sous la surface de l'eau (fig. a). L'affleurement (fig. b) montre une séquence cyclique, de sable carbonaté blanc alternant avec des niveaux de litière noire. La sédimentation du sable indique des phénomènes d'écoulement intense, très probablement liés à la fonte de la neige. Une vingtaine de cycles s'observent à l'affleurement sur une épaisseur de 50 cm (fig. b).



Figure a: cône alluvial et sa prolongation sous la surface de l'eau. Etoile: localisation de l'affleurement de la fig. b.

Figura a: cono alluvionale e il suo prolungamento sotto la superficie dell'acqua. Stella: ubicazione dell'affioramento della fig. b.

B.10 Cicli sedimentari di un cono alluvionale

Coordinate: 695 770/156 120

L'edificio dell'Alpe di Tom è costruito su un cono alluvionale che trova le sue origini nella zona carbonatata a monte. Si tratta di un cono a gradiente molto debole che si prolunga sotto la superficie dell'acqua (fig. a). L'affioramento (fig. b) mostra una sequenza ciclica, di sabbia carbonatata bianca che alterna con strati di lettiera nera. La sedimentazione della sabbia indica fenomeni di scorrimento intenso, molto probabilmente legati allo scioglimento della neve. Una ventina di cicli si possono osservare all'affioramento su uno spessore di 50 cm (fig. b).



Figure b: cycles de sable carbonaté et de litières de matière organique.

Figura b: cicli di sabbia carbonatata e di lettiera di materia organica.

B.11 Du Lago di Tom à l'adduction d'eau du Val Canaria et de la vallée de la Reuss

La descente du Lago di Tom vers la route qui relie le barrage du Ritóm au hameau de Cadagno se fait dans un contexte géologique complexe, avec une grande diversité de roches acides et de carbonates, redressées et plissées. La végétation suit cette diversité par une grande richesse. Le sentier arrive sur la route à proximité de l'exutoire de la conduite qui amène l'eau du haut du Val Canaria et de la vallée de la Reuss (fig. c).



Figure a: extrait de la carte géologique (légende: fig. 6 de l'introduction) et itinéraire du Lago di Tom au Lago di Ritóm. Topo-graphie reproduite avec l'auto-risation de swisstopo (BA15003).

Figure b: Formation de Stgir, schiste calcaire à grenat et à staurolite (flèche: macle).

Figura a: estratto della carta geologica (vedi fig. 6 dell' introduzione) e itinerario dal Lago di Tom al Lago Ritóm. Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003).

Figura b: Formazione di Stgir, scisto calcareo a granati e a staurolite (freccia: macle).

B.11 Dal Lago di Tom all'uscita dell'adduzione delle acque della Val Canaria e della valle della Reuss

La discesa dal Lago di Tom verso la strada che collega la diga del Ritóm al villaggio di Cadagno si fa in un contesto geologico complesso, con grande diversità di rocce acide e di carbonati, raddrizzate e piegate. La vegetazione accompagna questa diversità con una grande ricchezza. Il sentiero giunge sulla strada in prossimità dell'uscita della galleria che porta l'acqua dell'alta Val Canaria e della valle della Reuss (fig. c).



Figure c: exutoire de l'amenée d'eau depuis le Val Canaria.

Figura c: uscita della galleria di adduzione dalla Val Canaria.

C. De l'Alpe di Piora au Lago di Dentro

C.1 Morphologies glaciaires et fluvio-glaciaires du glacier du Lukmanier

Les bâtiments de l'alpage de Piora et du Centre de Biologie Alpine (CBA) se trouvent juste en dehors des cordons morainiques du glacier local du Lago dello Stabbio à la fin du dernier âge glaciaire (voir la description A.11). En montant depuis le CBA vers la cabane SAT, on pénètre dans les cordons morainiques du glacier du Lukmanier. A hauteur de la cabane on aperçoit les cordons topographiquement les plus bas et les plus anciens (fig. a) qui encadrent le fond de la vallée et les petites terrasses fluviales, encastrées les unes dans les autres (fig. b, c). Ces terrasses se sont formées au cours et après le retrait glaciaire; les différents niveaux s'expliquent par le régime érosif, dont le niveau est déterminé par celui du fond de la gorge de la Murinascia.

En montant le chemin, une belle vue se dégage sur les cordons morainiques du versant nord du Motto Giubin, dont les différents niveaux marquent le retrait du glacier d'ouest en est (fig. d).



Figure a: cordons morainiques (m) encadrant les terrasses fluviales (t) de Pian Murinascia; vue depuis la cabane SAT vers l'est (voir aussi fig. c, d).

Figure b: terrasses fluviales encastrées du Pian Murinascia; à droite, la gorge de la rivière érodée dans les dolomies saccharoïdes.

Figure a: cordoni morenici (m) che inquadrano le terrazze fluviali (t) di Pian Murinascia; vista dalla capanna SAT verso est (vedi anche fig. c, d).

Figure b: terrazze fluviali (t) incastrate di Pian Murinascia; a destra, la gola del fiume erosa nelle dolomie saccaroidi.

C. Dall'Alpe di Piora al Lago di Dentro

C.1 Morfologie glaciali e fluvio-glaciali del ghiacciaio del Lucomagno

Gli edifici dell'alpeggio di Piora e del Centro di Biologia Alpina (CBA) si trovano appena fuori dei cordoni morenici del ghiacciaio locale del Lago dello Stabbio alla fine dell'ultima era glaciale (vedi descrizione A.11). Salendo dal CBA verso la capanna SAT, si penetra nei cordoni morenici del ghiacciaio del Lucomagno. All'altezza della capanna si vedono i cordoni topograficamente più bassi (fig. a) che inquadrano il fondovalle e le piccole terrazze fluviali, incastrate le une nelle altre (fig. b, c). Queste terrazze si sono formate nel corso e dopo il ritiro glaciale; i vari livelli si spiegano con il regime erosivo, il cui livello è determinato da quello del fondo della gola della Murinascia.

Salendo per il sentiero, emerge un bel punto di vista sui cordoni morenici del versante nord del Motto Giubin, i cui vari livelli marcano il ritiro del ghiacciaio da ovest a est (fig. d).

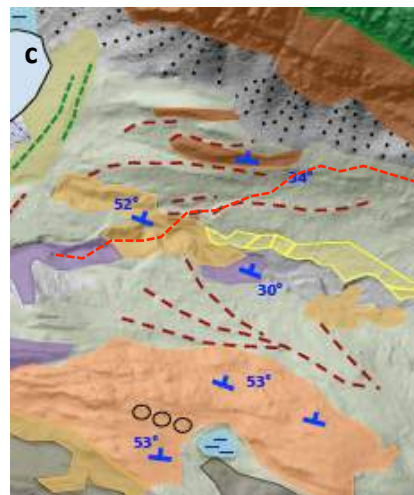


Figure c: extrait de la carte géologique (fig. 6 de l'introduction) et tracé de l'itinéraire; légende voir fig. 6 de l'introduction. Topographie reproduite avec l'autorisation de swisstopo (BA15003).

Figure c: estratto della carta geologica (fig. 6 dell'introduzione) e tracciato dell'itinerario; vedi fig. 6 dell'introduzione. Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA15003).



Figure d: vue sur le versant nord du Motto Giubin avec les différents cordons morainiques datant du retrait du glacier du Lukmanier. Au fond de la vallée: terrasses fluviales tardi- et postglaciaires (t).

Figura d: vista sul versante nord del Motto Giubin con i vari cordoni morenici che datano del ritiro del ghiacciaio del Lucomagno. Sul fondovalle: terrazze fluviali tardo- e postglaciali (t).

C.2 Gneiss micacés et amphibolites de la Nappe du St Gothard

A partir d'une altitude de 2060 m le sentier croise une barre de gneiss micacés, gneiss micacés à amphiboles et d'amphibolites qui forment une petite falaise. L'épaisseur des amphibolites varie latéralement, en formant des lentilles pluri-métriques au sein des gneiss (fig. a, b).



Figure a: lentilles d'amphibolites au sein de la falaise à gneiss .
Figure b: gneiss micacé à amphiboles.

C.2 Gneiss micaceo e anfiboliti della Falda di ricoprimento Gottardo

Sopra i 2060 m di altitudine, il sentiero incrocia una barra di gneiss micacei, gneiss micacei a anfiboli e di anfiboliti che formano una piccola parete rocciosa. Lo spessore degli anfiboliti varia lateralmente, formando delle lenti pluri-metriche in seno agli gneiss (fig. a, b).



Figura a: lenti di anfiboliti in seno alla parete a gneiss.
Figura b: gneiss micaceo a anfiboli.

C.3 Lago di Dentro et glacier rocheux

En montant la dernière pente raide, on croise la prise d'eau de l'alpage de Piora et du CBA (fig. a) qui capte la source provenant de l'exutoire souterrain du Lago di Dentro. Ce lac a été creusé (fig. b) de la même façon que les autres petits lacs de la région, par un glacier local. A l'est du lac, un éboulis actif alimente un glacier rocheux. Ce dernier semble avoir conservé un noyau de glace et son front presque vertical indique une activité persistante (fig. c).



C.3 Lago di Dentro e ghiacciaio roccioso

Salendo l'ultimo pendio ripido, si incontra la presa d'acqua dell'alpeggio di Piora e del CBA (fig. a) che capta la sorgente proveniente dall'uscita sotterraneo del Lago di Dentro. Questo lago è stato scavato (fig. b), allo stesso modo degli altri laghetti della regione, da un ghiacciaio roccioso. A est del lago, un ghiaione attivo alimenta un ghiacciaio roccioso. Quest'ultimo sembra aver conservato un nucleo di ghiaccio e il suo fronte quasi verticale indica un'attività persistente (fig. c).

Figure a: prise d'eau de l'Alpe di Piora et du CBA à l'exutoire souterrain du Lago di Dentro (coord. 699 825/156 040).

Figura a: presa d'acqua dell'Alpe di Piora e del CBA all'uscita sotterraneo del Lago di Dentro (coord. 699 825/156 040).

Figure b: le Lago di Dentro dans son bassin d'origine glaciale.

Figura b: Il Lago di Dentro nel suo bacino di origine glaciale.

Figure c: éboulis et glacier rocheux à l'est du Lago di Dentro. Le front vertical formé par les débris (flèche) indique un lent mouvement persistant du glacier rocheux et ainsi la présence d'un noyau de glace recouvert de débris. On arriverait donc ici dans la zone de permafrost.

Figura c: ghiaione e ghiacciaio roccioso a est del Lago di Dentro. Il fronte verticale formato dai detriti (freccia) indica un lento movimento persistente del ghiacciaio roccioso e così la presenza di un nucleo di ghiaccio ricoperto da detriti. Si arriverebbe cioè qui nella zona del permafrost.

D. De l'Alpe di Piora à Fontalella, en passant par le Laghetto di Giübin

D.1 Dolomies du Trias et schistes calcaires jurassiques du synclinal de Piora

Coordonnées: 698 760/155 680

La gorge de la Murinascia expose la série carbonatée du Trias du synclinal de Piora. L'affleurement du pont sur la rivière permet d'observer le contact entre les dolomies massives du Trias (fig. a) et les schistes calcaires et siliceux de la Formation de Stgir du Jurassique inférieur (fig. b).



D.2 La montée des moraines

Coordonnées: Du pont sur la Murinascia à la dernière moraine (coord. 698 300/155 480).

Le sentier monte à travers le paysage des cordons morainiques du glacier du Lukmanier vu depuis l'itinéraire C.1. Les buttes formées de blocs morainiques sont recouvertes de landes composées de petits buissons de myrtilles, de *Rhododendron ferrugineum* et de genévriers (association rhododendron-Vaccinion 5.4.5 selon Delarze et Gonseth, 2011; fig. a, b) et, par endroit, de la bruyère (fig. c). Entre et « derrière » les moraines on trouve souvent de petites zones humides avec leur flore, et notamment avec des *Carex* (fig. d)

D. Dall'Alpe di Piora a Fontanella via Laghetto di Giübin

D.1 Dolomie del Triassico e scisti calcarei giurassici della sinclinale di Piora

Coordinate: 698 760/155 680

La gola della Murinascia espone la serie carbonatata del Triassico della Sinclinale di Piora. L'affioramento presso il ponte sul fiume permette di osservare il contatto tra le dolomie massicce del Triassico (fig. a) e i scisti calcarei e siliciosi della Formazione di Stgir del Giurassico Inferiore (fig. b).

Figure a: dolomies bréchiques massives du Trias en amont du pont de la route d'alpage sur la Murinascia.

Figure b: schistes calcaires et siliceux de la Formation de Stgir du Jurassique inférieur à l'aval du pont.

Figure a: dolomies bréchiques massives du Trias en amont du pont de la route d'alpage sur la Murinascia.

Figure b: schistes calcaires et siliceux de la Formation de Stgir du Jurassique inférieur à l'aval du pont.

D.2 La salita delle morene

Coordinate: Dal ponte sulla Murinascia all'ultima moraine (coord. 698 300/155 480).

Il sentiero sale attraverso il paesaggio dei cordoni morenici del ghiacciaio del Lucomagno osservato lungo l'itinerario C.1. Le collinette formate da massi morenici sono ricoperte di lande composte da piccoli cespugli di mirtillo, di *Rhododendron ferrugineum* e di ginepro (associazione rhododendron-Vaccinion 5.4.5 secondo Delarze e Gonseth, 2011; fig. a, b) e, in alcuni luoghi, da brughiera (fig. c). Tra le brughiere e dietro a queste, si trovano spesso piccole zone umide con la loro flora, specialmente con *Carex* (fig. d)



Figures a, b et c: moraines à gros blocs, landes à myrtilles, rhododendron et genévrier, bruyère (c). Photos: octobre 2014.

Figure a, b & c: *morene a grossi massi, lande a mirtilli, rhododendri e ginepro, brughiera (c). Foto: ottobre 2014.*



Figure d: moraine latérale la plus haute du glacier du Lukmanier (ligne blanche) visible sur le flanc orienté nord du Motto Giubin. Derrière la moraine: zone humide à Carex. Vue vers l'est, depuis coord. 698 300/155 48).

Figura d: *la morena laterale più alta del ghiacciaio del Lucomagno (linea bianca) visibile sul fianco orientato a nord del Motto Giubin. Dietro la morena: zona umida a Carex. Vista verso est, dalle coord. 698 300/155 48).*

D.3 Laghetto di Giübin

Coordonnées: 698 550/155 150

La montée depuis le panneau du chemin pédestre (D.2, fig. a, coord. 698 300/155 480) n'est pas signalée et reste assez sportive. En suivant le tracé indiqué fig. 36: suivre le petit vallon sur env. 250 m en direction de l'est, puis monter le versant en direction du sud.

Le Laghetto Giübin correspond à une dépression parfaitement circulaire, abaissée d'une dizaine de mètres, d'un diamètre d'env. 50 m (fig. a). Le fond de la cuvette est recouvert d'une couche de limon gris qui retient l'eau (fig. b). Selon la saison et la pluviosité, le plan d'eau peut être plus ou moins étendu et profond. Malgré sa situation à proximité d'un ancien cirque glaciaire, cette cuvette n'est pas seulement d'origine glaciaire, mais a bien été approfondie par un phénomène de dissolution; il s'agit de la plus grande parmi plusieurs dolines présentes sur ce haut-plateau. La présence de carbonates sous la couverture morainique est ainsi soupçonnée.



Figures a: le Laghetto di Giübin au centre d'une dépression circulaire, d'origine à la fois glaciaire et liée au karst; photo: octobre 2014.

Figura a: *Laghetto di Giübin al centro di una depressione circolare, di origine allo stesso tempo glaciale e legata al carsico; ottobre 2014.*

D.3 Laghetto di Giübin

Coordinate: 698 550/155 150

La salita a partire dal cartello lungo il sentiero pedestre (D.2, fig. a, coord. 698 300/155 480) non è segnalata e resta abbastanza sportiva. Seguendo il tracciato indicato fig. 36: seguire la valletta su circa 250 m in direzione est, poi salire sul versante in direzione sud.

Il Laghetto Giübin corrisponde a una depressione perfettamente circolare, più bassa di una decina di metri, d'un diametro di circa 50 m (fig. a). Il fondo della conca è ricoperto da uno strato di limo grigio che trattiene l'acqua (fig. b). Secondo la stagione e la piovosità, lo specchio d'acqua può essere più o meno esteso e profondo. Malgrado la sua situazione in prossimità di un antico circo glaciale, questa conca non è unicamente d'origine glaciale, ma è pure stata scavata da un fenomeno di dissoluzione. Si tratta della maggiore delle varie doline presenti sull'altopiano. La presenza di carbonati sotto la copertura morenica è così ipotizzata.



Figure b: limon au fond de la cuvette du Laghetto Giübin. Ce matériel fin retient l'eau au centre de la cuvette. A l'assèchement, des fissures de dessiccation se forment.

Figura b: *limo sul fondo della conca del Laghetto Giübin. Questo materiale fine trattiene l'acqua al centro della conca.*

D.4 La Formation de Quarten: schistes micacés, souvent carbonatés, à grenat, hornblende, staurotide et disthène

Coordonnées: 698 060/155 300

L'affleurement en question est constitué de roches métamorphiques finement stratifiées, mais surtout schistosees, qui révèlent une richesse minéralogique peu commune, permettant d'observer, soit dans une même roche, soit dans un voisinage étroit, grenat, hornblende, staurotide et disthène. La petite falaise présente par ailleurs un des exemples les plus typiques de colonisation par l'arolle (*Pinus cembra*), grâce à l'action de dispersion des semences du cassenoix moucheté (figures a à c).

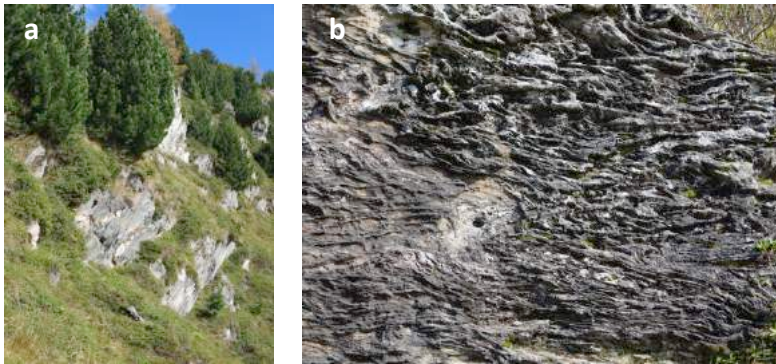


Figure a: falaise de schistes micacés. Le relief est fortement colonisé par *Pinus cembra*.

Figures b et c: schistes micacés fortement déformés. Les parties silicieuses forment un fort relief de hiéroglyphes à la surface de la roche.

D.4 La Formazione di Quarten: scisti micacei, spesso carbonatati, a granati, orneblenda, staurolite e distene

Coordinate: 698 060/155 300

*L'affioramento di cui si tratta è costituito da rocce metamorfiche finemente stratificate, ma soprattutto scistosate, che rivelano una ricchezza mineralogica poco comune, che permettono di osservare, sia nella stessa roccia o a prossimità immediata: granati, orneblenda, staurolite e distene. La piccola parete rocciosa presenta tra l'altro uno degli esempi più tipici di colonizzazione del cembro (*Pinus cembra*), grazie all'azione di dispersione dei semi dalla nocciolaia (figure a b c).*



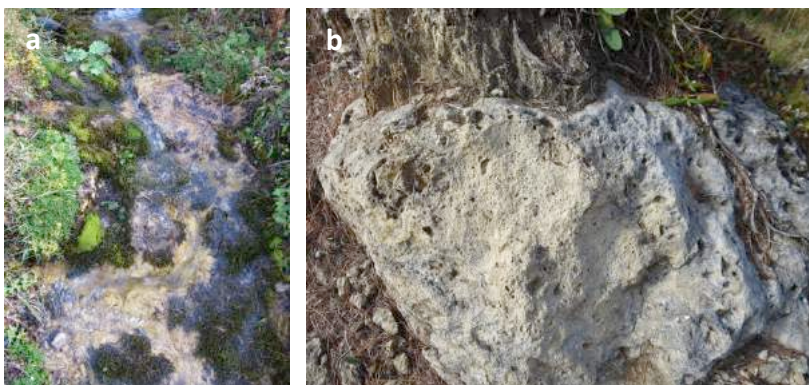
Figura a: parete rocciosa di scisti micacei. Il rilievo è fortemente colonizzato da *Pinus cembra*.

Figure b & c: scisti micacei fortemente deformati. Le parti siliciose formano un forte rilievo di geroglifici alla superficie della roccia.

D.5 Cornieules et brèches dolomitiques du Trias

Coordonnées: 698 000/155 200

L'affleurement dans le petit ruisseau et le long du chemin aux abords de celui-ci offre un des meilleurs aperçus de cette formation qui est comparée par Bianconi et al. (2014) sur leur carte géologique avec la Formation de Röti des Nappes helvétiques. On y observe notamment des dolomies massives, des brèches de dolomies et des roches carbonatées cavernueuses et bréchiques, partiellement calcaires et partiellement dolomitiques (des « cornieules »). Cet état des roches témoigne de fortes transformations des sédiments qui étaient formés au départ essentiellement d'une alternance de dolomie et de gypse. Cette transformation a conduit à des échanges chimiques entre les deux composantes et une bréchification liée à la déformation tectonique. Les composants les plus solubles ont ensuite été dissous par les eaux .



D.5 Cornieules e breccie dolomitiche del Triassico

Coordinate: 698 000/155 200

L'affioramento nel piccolo ruscello e lungo il sentiero in prossimità offre uno dei migliori scorci di questa formazione che è paragonata da Bianconi et al. (2014) sulla loro carta geologica alla Formazione di Röti delle Falde Elvetiche. Si possono osservare in particolare delle dolomie massicce, delle breccie di dolomie e rocce carbonatate cavernose e brecciose, parzialmente calcaree e parzialmente dolomitiche («cornieules»). Lo stato di queste rocce testimonia di forti trasformazioni sedimentarie che erano all'inizio formate essenzialmente da un'alternanza di dolomie e gesso. Questa trasformazione ha portato a scambi chimici tra le due componenti e a una breccificazione legata alla deformazione tettonica. I composti più solubili sono stati disciolti dalle acque.

Figure a: affleurement de dolomies « couleur de miel » dans le ruisseau.

Figure b: dolomie bréchique et cavernueuse, partiellement transformée en calcaire (« cornieule »).

Figura a: affioramento di dolomie « color miele » nel ruscello.

Figura b: dolomia brecciosa e cavernosa, parzialmente trasformata in calcare (« cornieule »).

