

Elisabetta Demattio e Marcello Lanciotti

Nel mondo delle torbiere. La torbiera di Roncon

Un'esperienza di studio e tutela con gli studenti



Pozza di Fassa - Scuola Ladina di Fassa

2017

Nel mondo delle torbiere. La torbiera di Roncon Un'esperienza di studio e tutela con gli studenti Scuola Ladina di Fassa

Elisabetta Demattio e **Marcello Lancietti** con
gli studenti della classe 3LSA, a.s. 2016-17:

**Luca Bortolotti, Gabriel Chiocchetti, Nicole Delugan,
Giacomo Fontanive, Edoardo Mich, Giacomo Panozzo,
Davide Rasom, Matteo Rigoni, Giuliano Talmon, Annis
Zeni**

e gli studenti della classe 4LSA, a.s. 2016-17:

Gabriele Pederiva, Martin Pederiva, Thomas Pederiva.

La grafica e l'impaginazione del testo è stata curata
da **Fiorella Brunel** e da **Stephanie Ghetta** con la
partecipazione degli studenti della 4LAD, a.s. 2016-17:

**Andrea Zanon, Federica Vanzetta, Mattia Felicetti,
Samuele Brigadoi, Christian Morandini, Patrick
Paluselli, Nicola Selle, Giorgio Vianello, Nicola
Tabiadon, Elisa Vanzetta, Virginia Valentini, Mauro
Zeni, Manuel Bellante.**

La grafica della copertina è stata curata da
Andrea Zanon.

Le fotografie in ambienti locali e trentini sono di:
**Elisabetta Demattio, Daniel Spitale, Marcello Lancietti,
Nicole Delugan, Edoardo Mich, Giacomo Panozzo.**

Si ringrazia sentitamente **Daniel Spitale** per la revisione
del testo e i consigli preziosi durante la stesura.

Il progetto Think Nature, act local

Questa pubblicazione è stata curata all'interno del
Progetto Think Nature, act local, per il quale la Scuola
Ladina di Fassa ha ricevuto un finanziamento da parte
del Servizio Sviluppo sostenibile e aree protette della
Provincia Autonoma di Trento.

Referenti e coordinatori del Progetto:

Elisabetta Demattio, docente Scienze Naturali

Marcello Lancietti, responsabile Laboratorio Scientifico

Consulente scientifico:

Daniel Spitale.

Hanno inoltre partecipato al progetto anche altri
studenti della classe 3LSA:

**Riccardo Bernardi, Alfredo Carbonara, Alessandro
Chiocchetti, Cesare Giroto, Ester Zulian.**

Indice

Presentazione

I SEGRETI DELLE TORBIERE

Che cos'è una torbiera? Un regno d'acqua nascosta	7
La torbiera e la torba	8
L'acqua e le piante presenti in torbiera	9
Una soffice coltre di muschi e sfagni	10
Dove si trovano le torbiere	11
Le condizioni geologiche e morfologiche del terreno	12
Un ambiente, tante sfaccettature: come classificare i diversi tipi di torbiera	13
Come si formano le torbiere	14
Evoluzione delle torbiere	16
Riassumiamo le caratteristiche principali e più comuni delle torbiere	18
La biodiversità delle torbiere	19
La flora delle torbiere	20
I muschi	20
Lo sfagno, una pianta delle meraviglie	21
Uno sfagno al microscopio	22
Un piccolo organismo capace di modificare il proprio ambiente	23
Le piante erbacee	24
Le ericacee	25
Altre specie caratteristiche	26
Le piante carnivore come esempio di adattamento evolutivo	27
La fauna delle torbiere	28
Le torbiere come archivi naturali	29
Le funzioni ecologiche delle torbiere: la funzione idrologica e di depurazione delle acque	30
Lo stoccaggio del carbonio	31
L'uomo e le torbiere: l'utilizzo della torba, nel passato e attuale	32
Altri utilizzi della torba e di piante legate alla torbiera	33
	34
	35
	36

LO STUDIO DELLA TORBIERA DI RONCON

Le torbiere della Val di Fassa	38
Il sito protetto della Torbiera di Roncon	39
La Torbiera di Roncon	40
Caratteristiche generali della zona	41
Il tipo di torbiera, l'acqua e la vegetazione	43
I rilievi effettuati dagli studenti	44
Lo studio sul sito di Roncon	44
Il rilievo cartografico	46
I diversi microambienti da considerare	48
I risultati della raccolta dati cartografica	49
Il rilievo della vegetazione	50
Il rilievo della profondità della falda	52
La raccolta dei campioni d'acqua	52
La misurazione della profondità degli strati di torba	53
Il carotaggio	54
Lo studio nel laboratorio della scuola	55
L'analisi dei campioni di acqua	56
La classificazione delle specie di muschi	58
La classificazione delle specie di piante vascolari	60
L'analisi della torba prelevata con il carotaggio	63
La stima del carbonio accumulato	65
La giornata di visita a un'altra torbiera	66

LA PROTEZIONE E LA VALORIZZAZIONE DELLA TORBIERA DI RONCON

L'ambiente e la tutela	68
Il degrado e la scomparsa delle torbiere	69
Perché proteggere le torbiere?	70
Ambienti fuori dal comune: il valore paesaggistico e ricreativo delle torbiere	71
Le minacce agli ambienti di torbiera. Quali sono e come evitarle	73
La Torbiera di Roncon e l'uomo	74
Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. La scarsa alimentazione e il drenaggio	76
Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. I danni da pascolamento	78
Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. Un taglio del bosco inopportuno?	80
Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. Sporadici atti di leggerezza	81
L'importanza dei confini del sito protetto	83
Alcune proposte per proteggere ulteriormente il sito	85
La proposta di valorizzazione	86
La proposta per un nuovo itinerario	87
Le ultime azioni del progetto, i ringraziamenti e il saluto degli studenti	89
Gli altri documenti stilati nel corso del progetto	90
Ringraziamento ai partecipanti al progetto	92
Bibliografia consultata e documenti per approfondire il tema delle torbiere	93
Riferimenti immagini	94
	95

Presentazione

L'educazione al rispetto dell'ambiente naturale, la conoscenza degli ecosistemi e il tema della loro salvaguardia sono parte integrante del patrimonio culturale che la scuola ha il compito di trasmettere alle generazioni future. Per questo motivo la Scuola Ladina di Fassa ha aderito a un bando "per la realizzazione di iniziative, progetti e interventi di promozione dello sviluppo sostenibile dell'ambiente" emesso dal Servizio sviluppo sostenibile e aree protette della Provincia Autonoma di Trento. Il progetto relativo, denominato *Think Nature, act local*, ha riguardato lo studio, da parte di un gruppo di studenti e con la preziosa guida di Elisabetta Demattio e Marcello Lancietti, di una zona protetta posta nel territorio della Val di Fassa.

A questo fine è stato scelto il piccolo sito della Torbiera di Roncon per affrontare più in generale il tema delle zone umide, una categoria di ambienti naturali che per molte ragioni sono decisamente a rischio anche nel territorio trentino. Il lavoro è stato svolto in diverse fasi, alcune dedicate allo studio e all'approfondimento delle conoscenze sulle torbiere in generale e su Roncon in particolare, cui è seguita una fase di elaborazione dei dati raccolti. La parte finale del progetto prevede alcuni incontri di presentazione del lavoro rivolti alla scuola, agli amministratori locali e alla popolazione.

Questa pubblicazione nasce quindi come atto di restituzione al pubblico del lavoro realizzato dagli studenti stessi all'interno del progetto ed è stata

concepita con un carattere divulgativo per introdurre i lettori curiosi alle pregevoli caratteristiche delle torbiere, per raccontare le attività svolte dagli studenti e presentare le loro proposte.

È stata richiesta la collaborazione ad alcuni enti locali, in particolare la Rete di Riserve della Val di Fassa che coordina le iniziative per le aree protette locali e la Rete di Riserve Fiemme-Destra Avisio al fine di poter conoscere un sito tutelato analogo posto in un altro contesto.

La Scuola Ladina di Fassa intende collaborare con questi enti nel campo dell'educazione e della formazione dei giovani contribuendo alla sensibilizzazione della popolazione locale verso le politiche di conservazione dell'ambiente e della biodiversità.

La Sorastant Mirella Florian





I SEGRETI DELLE TORBIERE

Che cos'è una torbiera? Un regno d'acqua nascosta

Le torbiere sono ambienti tipici di territori, dove, a causa del clima temperato e di particolari condizioni idriche ed edafiche (del suolo), la sostanza organica prodotta dalle piante non si decompone e si accumula formando la torba, che nella definizione degli specialisti deve consistere in almeno 30-40 cm di spessore.

Le torbiere sono ecosistemi dove regna l'acqua. Pur con delle variazioni legate all'andamento climatico, il substrato è sempre saturo d'acqua, ferma o poco mobile. Questo è il fattore principale che determina la formazione della torba, materiale organico di origine vegetale, derivante dall'accumulo di sostanze indecomposte.

Normalmente infatti batteri, funghi e altri microrganismi, responsabili della decomposizione dei resti degli esseri viventi, sono molto abbondanti nel suolo e consentono il riciclo del materiale organico rendendolo disponibile sotto forma di nutrienti per altri organismi. L'acqua, al contrario, impedisce la sufficiente presenza di ossigeno, indispensabile per il metabolismo dei decompositori. Nelle condizioni anossiche (senza ossigeno) presenti in torbiera la materia vegetale accumulata con la morte delle piante si decompone molto lentamente e solo parzialmente. Non decomponendosi, essa si accumula in quantità generando appunto la torba, un materiale poco mineralizzato, molto ricco di carbonio.



La torbiera di Roncon, l'acqua visibile in una pozza.

Nella pagina precedente piante di *Vaccinium microcarpum* immerse in un pulvino di sfagni (*Sphagnum compactum* e *S. subnitens*).

La torbiera e la torba

La torba è definita dai geologi come una roccia e dai pedologi come un suolo, il cui contenuto in carbonio è generalmente il 30-35% della massa totale ed è derivato dalla degradazione incompleta di materiale vegetale in un ambiente saturo d'acqua. Per questo alto contenuto in carbonio presenta un potere calorifico elevato e può essere utilizzata come combustibile.

La mancata decomposizione consente ai detriti vegetali di accumularsi per considerevoli spessori con un ritmo di accumulo lento, indicativamente tra 0,2 - 1 mm all'anno. Gli spessori osservati sono generalmente tra i 50 cm e i 10 m, solo raramente più spessi, fino a un massimo di circa 20 m.

La torba non essiccata è costituita da acqua per il 75 - 90% della massa, in pratica è in grado di trattenerne una quantità fino a quasi 20 volte la sua massa secca (1 kg di torba secca può pesare da bagnata da 2 a 20 kg). La sua porosità intrinseca rende le torbiere delle importanti riserve idriche.

Esistono diversi tipi di torba a seconda se molto ricca di sfagni (più porosa e chiara, ricca di fibre) o di altre piante igrofile (più scura e compatta). Altre caratteristiche importanti che distinguono i diversi tipi di torba sono la permeabilità, in genere maggiore in superficie, la densità, il contenuto in gas, il contenuto organico e il pH.



Torba di sfagni essiccata.

L'acqua e le piante presenti in torbiera

L'acqua non solo permette la formazione della torba ma determina un ambiente adatto solamente ad alcune specie vegetali. La maggior parte delle piante ha infatti bisogno di un suolo ben aerato, che permetta gli scambi gassosi attraverso le cellule delle radici; un suolo imbibito d'acqua invece limita la circolazione dell'aria risultando in genere inadatto per molti organismi. Le specie presenti in torbiera sono dunque in prevalenza igrofile, amanti di molta umidità nel suolo, come sfagni, muschi, ciperacee e graminacee, o idrofile, che vivono completamente in acqua, come ad esempio le specie del genere *Chara*, un'alga verde.

Nelle torbiere solitamente l'acqua non si trova sempre allo stesso livello: la superficie della falda (l'acqua presente nel suolo e nel sottosuolo) può essere molto alta favorendo in questo modo le piante più igrofile; oppure più bassa, consentendo la vita anche di una vegetazione non specificatamente amante dell'acqua; tra questi due estremi si possono presentare tutte le gradazioni intermedie.

Per questo motivo la torbiera è un ambiente dove le piante sono molto caratteristiche e spesso esclusive, adatte a vivere solamente in questo tipo di ambiente, aspetto che rende questi luoghi pregevoli siti di biodiversità.



Vegetazione di torbiera con la falda acquifera a livello intermedio. Tra piccole piante erbacee si intravede il tappeto di muschi.

Una soffice coltre di muschi e sfagni

Una delle caratteristiche più peculiari delle torbiere è il tappeto verde o rosso-bruno di muschi e, tra questi, di sfagni in particolare, che insieme alle carici sono le entità ecologicamente più importanti. Esso si presenta soffice e cedevole, imbibito d'acqua, dall'aspetto simile a una spugna. Il suo spessore può arrivare fino ad alcuni decimetri. Sono tappeti a crescita continua e verticale: mentre in superficie le piante si sviluppano verso l'alto, in profondità muoiono, consentendo l'accumulo progressivo di materia organica, che non potendo decomporsi e compattandosi per effetto del suo stesso peso, forma con il tempo la torba, che alla base può avere un'età considerevole, da centinaia a migliaia di anni.



In alto : il tipico tappeto di muschi, Torbiera di Roncon.
Sopra e a sinistra un cumulo di sfagni (*bulten*) alla
Torbiera di Palù Longa.

Dove si trovano le torbiere

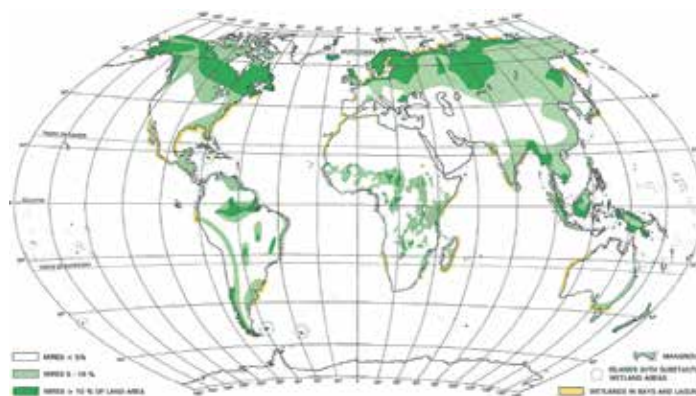
La scarsa decomposizione della materia vegetale causata dalla presenza d'acqua è possibile solo in condizioni idriche particolari e in un clima generalmente temperato. L'acqua deve essere a scorrimento lento e presente con costanza, la temperatura deve essere sufficientemente alta da permettere un certo sviluppo della vegetazione, ma non troppo da causare eccessiva evaporazione; infine la piovosità deve essere tale da garantire un adeguato accumulo di acqua. L'altitudine è un fattore importante solo per quanto riguarda la temperatura e dunque le torbiere possono essere presenti sia in pianura che in zone di montagna.

In Europa esse sono particolarmente abbondanti nei paesi più settentrionali. In Italia sono distribuite prevalentemente sulle Alpi e solo in parte sull'Appennino settentrionale. La nostra regione è tra le più ricche di torbiere, soprattutto di tipo montano, distribuite prevalentemente nella fascia altitudinale tra gli 800 e i 1700 metri. In genere hanno un'estensione molto ridotta, sia per una ragione di pendenza dei versanti sia per cause antropiche. La maggior parte delle torbiere locali si è formata dopo l'ultima glaciazione, a partire da circa 12.000 anni fa, quando i ghiacciai si sono ritirati.

La distribuzione delle torbiere. I diversi colori indicano la percentuale di territorio costituita da torbiere: scuro 10%, chiaro 5-10%, bianco meno del 5%. E. Lappalainen, Global Peat Resources, 1996, International Peat Society, Jyskä.



Una delle torbiere presenti nel Parco Naturale delle Hautes-Fagnes Eiffel (Belgio).



Le condizioni geologiche e morfologiche del terreno

La natura del substrato, soprattutto la sua impermeabilità, può determinare la formazione di una torbiera. Un substrato poroso, fratturato e permeabile difficilmente porterà a un ristagno d'acqua in superficie perché essa tenderà a infiltrarsi verso il basso. Su calcari, ad esempio, difficilmente si potrà insediare una torbiera. Se però il materiale originario è stato degradato dagli agenti atmosferici, trasportato e depositato sotto forma di materiale molto fine e per questo motivo reso impermeabile, allora la situazione può cambiare e permettere anche in questi contesti la formazione di una torbiera.

Il substrato attraverso il quale l'acqua giunge in torbiera, sia in ruscellamento, sia con l'infiltrazione prima di ricomparire in sorgente, influenzerà inoltre il contenuto di sali disciolti presenti nell'acqua, determinando il tipo di vegetazione, l'attività degli organismi decompositori e quindi anche l'evoluzione stessa della torbiera.

Anche le condizioni topografiche giocano un ruolo importante. Le situazioni in cui in natura si potrebbe verificare la necessaria presenza d'acqua per la formazione della torba sono diverse: il fondovalle delle valli alluvionali, gli altipiani, i versanti interessati da flusso d'acqua, le zone di sorgente, le zone marginali a ruscelli e torrenti, le zone attorno a bacini lacustri, soprattutto di piccole dimensioni. Si hanno dunque torbiere di fondovalle o torbiere di versante, ecc.



Una torbiera si forma per presenza costante di acqua raccolta su un substrato impermeabile.

Un ambiente, tante sfaccettature: come classificare i diversi tipi di torbiere

Le torbiere sono di una varietà insospettabile e vengono suddivise in tipologie diverse a seconda dei criteri utilizzati per distinguerle.

Fattori climatici e biogeografici distinguono ad esempio le torbiere boreali da quelle atlantiche. La vegetazione dominante invece permette di raggrupparle in torbiere a sfagni o torbiere a carici.

L'acidità dell'acqua è discriminante nel classificare le torbiere in acide/acidofile oppure in basiche/alcaline: il valore del pH (un indice per esprimere la concentrazione degli ioni H_3O^+ nell'acqua) può infatti variare da 3 (acida, molto ricca di H_3O^+) fino a 8 (alcalina, povera di H_3O^+), con un valore limite indicativo tra l'uno e l'altro tipo di 5,5.

La scarsità o abbondanza di sostanze nutrienti, in particolare azoto e fosforo, permette di suddividere le torbiere in oligotrofiche, ossia povere in elementi minerali, da quelle mesotrofiche e da quelle eutrofiche, mediamente e fortemente mineralizzate.

Altri criteri utilizzati per la classificazione sono la forma delle torbiere (p.e. piatte o bombate) o le caratteristiche geomorfologiche (di fondovalle, di pendio, ecc).

La classificazione oggi più seguita considera l'origine dell'alimentazione idrica, cosicché le tipologie più frequenti sono le torbiere:

- topogene: in una depressione vi è accumulo di acqua

proveniente da ruscellamento o da falda affiorante

- limnogene: vi è interrimento progressivo di un bacino lacustre a partire da zattere vegetali galleggianti (aggallati)
- soligene: su un pendio debole per scorrimento lento e continuo di acqua da sorgente o stillicidio
- fluvioгене (telmatogene): in piana alluvionale invasa periodicamente dalle acque di un corso d'acqua o da una falda alluvionale
- ombrogene: alimentate esclusivamente da piogge abbondanti e frequenti.

A seconda del tipo di acque si classificano inoltre in:

- minerotrofe: quando le acque sgorgano dopo essere ruscellate o infiltrate in strati di rocce ed essersi arricchite quindi di sostanze minerali disciolte in proporzioni variabili a seconda del tipo di rocce
- ombrotrofe: quando alimentate solo da acqua meteorica, pioggia, neve o rugiada, chiaramente quasi priva di ioni minerali.

Nella classificazione in torbiere alte o basse si sommano vari di questi fattori.

Le torbiere basse o piane (in inglese *fen*) sono minerotrofe, caratterizzate da acque con pH da subacido ad alcalino, ricche di minerali disciolti e alimentate da acque di ruscellamento e con livello superficiale della

falda sempre molto in alto, alla base della vegetazione; generalmente sono ricche di carici.

Le torbiere alte e bombate (in inglese *bog*) invece sono pressoché indipendenti dalla falda perché al di sopra del livello della stessa, si trovano generalmente in climi temperati freddi dove le piogge sono abbondanti e regolari, soprattutto nell'emisfero boreale; generalmente sono acide e molto ricche di sfagni.

Molto spesso esistono situazioni di transizione che generano torbiere meno definite dove un'alternanza di piccole zone a depressioni e a dossi forma una struttura a mosaico.



Un esempio di torbiera alta, quella di Monte Sous (Brez, Val di Non).



Un esempio di torbiera bassa, quella di Val di Lares (Parco Naturale Adamello-Brenta).



Esempio di torbiera alta, Palù Longa (Carano, Val di Fiemme).

Come si formano le torbiere

La torba si può generare solo in ambienti quasi costantemente imbibiti d'acqua, dove il bilancio idrico annuale è sempre positivo, vale a dire l'apporto d'acqua sotto forma di pioggia, neve, brina, ruscellamento e infiltrazione deve essere uguale o superiore alle perdite per evaporazione, assorbimento da parte delle piante e ruscellamento in uscita.

Il clima gioca un ruolo molto importante. La piovosità determina gran parte degli apporti idrici mentre la temperatura influenza il tasso di evaporazione, l'assorbimento e la traspirazione dalle piante e i fenomeni di produzione di materia organica. Nei climi secchi o molto freddi le torbiere in genere non si possono formare, a causa di apporti idrici insufficienti oppure per produzione di materia organica troppo scarsa. Nei climi caldi si possono formare torbiere purché vi siano abbondanti precipitazioni in grado di compensare le perdite. Il clima ottimale è quello temperato con precipitazioni importanti e temperature prevalentemente basse.

Molte torbiere si sono originate da specchi d'acqua di limitate dimensioni o scarsa profondità che si sono formati durante la fusione dei ghiacci alla fine dell'ultima glaciazione. A partire da 12.000 anni fa infatti, i ghiacciai hanno iniziato a liberare ampie zone dove precedentemente avevano esercitato la loro azione

erosiva e determinato zone scavate delimitate da soglie rocciose, oppure depositato detrito glaciale che poteva costituire delle forme di sbarramento all'acqua, determinando la formazione di molti bacini lacustri. Se il bacino è abbastanza superficiale, la vegetazione può insediarsi prima ai bordi dello specchio d'acqua, per invaderlo poi lentamente con zattere galleggianti e detriti vegetali in profondità fino alla completa chiusura. Le altre possibili origini di una torbiera sono per produzione primaria, vale a dire l'insediamento della tipica vegetazione su un suolo umido, e per paludificazione, cioè l'espansione di una torbiera già esistente su suoli precedentemente asciutti.



Una torbiera che si è formata invadendo progressivamente un piccolo specchio d'acqua.

A fianco: la torbiera del Lago Nero (Capriana) presenta un mosaico di ambienti, dalla fascia di aggallati con sfagni attorno al lago, alla vegetazione di torbiera alta, di transizione e boscata.



Evoluzione delle torbiere

Le torbiere possono evolvere dal tipo originario verso uno stadio ombrotrofo (con alimentazione idrica essenzialmente da pioggia e dunque con acque poco mineralizzate).

A mano a mano che la torba viene prodotta e accumulata infatti, la superficie della torbiera si innalza progressivamente, divenendo nel tempo rialzata e bombata. In questo modo la vegetazione può giungere a staccarsi dalla falda idrica originale la cui composizione minerale era determinata dalle rocce sottostanti. L'alimentazione idrica da questo momento sarà esclusivamente meteorica. Questo processo è denominato ombrotrofizzazione. Se le precipitazioni saranno sufficientemente abbondanti la torbiera rimarrà attiva, e la parte sommitale sarà caratterizzata prevalentemente da sfagni, basse ciperacee e piccoli arbusti. Il loro metabolismo porterà inoltre a un'acidificazione dell'acqua e del terreno. Questo stadio è generalmente abbastanza stabile e può portare anche ad un ampliamento della superficie della zona umida.

Diversamente, se le condizioni climatiche non sono ottimali, la torbiera potrà asciugarsi progressivamente e divenire inattiva, progredendo verso un ultimo stadio mineralizzato e lasciando il posto alla vegetazione tipica delle zone limitrofe; ad esempio, nel nord Europa e in ambiente alpino, alla foresta di conifere.

Nel caso in cui le condizioni climatiche varino eccessivamente nel tempo influenzando l'equilibrio idrico ma anche nel caso di impatti antropici significativi (drenaggi, calpestio, eutrofizzazione, ecc.) la torbiera potrà regredire sotto l'influsso di questi fattori esterni.



La torbiera alta del Lago Bianco, Parco Naturale del Monte Corno.

Riassumiamo le caratteristiche principali e più comuni delle torbiere

- Acqua in permanenza: di tipo stagnante o poco mobile che può arrivare al sito in diverse modalità
- anossia: l'acqua non permette la presenza di batteri, funghi e altri organismi decompositori per scarsità di ossigeno che in questo ambiente non viene prodotto in quantità sufficiente dalle piante acquatiche
- accumulo di torba: mancando la normale azione degli organismi decompositori, la materia vegetale morta non si decompone e si accumula lentamente nel tempo
- scarsità di nutrienti per incompleta decomposizione
- presenza di specie particolari di piante che sono riuscite ad adattarsi a un ambiente così limitante
- acidità del terreno: la presenza di acque silicatiche o la presenza consistente di sfagni genera un progressivo aumento dell'acidità del terreno (diminuzione del pH). Questo fattore partecipa a rallentare ulteriormente la decomposizione dei vegetali morti. Quest'ultima caratteristica non riguarda tutti i tipi di torbiera.

Alcuni dei fattori caratteristici di molte torbiere: acqua, piante peculiari e acidità.



La biodiversità delle torbiere

Le torbiere sono ricche di specie particolari che hanno evoluto adattamenti all'ambiente altamente specializzati, per poter prosperare in questi siti sempre imbibiti d'acqua, anossici, poveri di nutrienti e spesso anche acidi e con contenuto in sali molto variabile. Spesso queste specie sono esclusive e fuori dalla torbiera non possono sopravvivere. Per questo motivo e per la loro vulnerabilità sono quasi sempre sottoposte a tutela. Così come altre zone umide, le torbiere sono un tipo di ambiente peculiare e unico e contribuiscono ad aumentare la biodiversità degli ecosistemi rendendo il territorio più diversificato.



La flora delle torbiere

La vegetazione presente nelle torbiere è varia ed è caratterizzata da un mosaico di microambienti ciascuno con la sua corte di specie vegetali peculiari. Senza entrare nel dettaglio e nelle particolarità delle associazioni vegetali tipiche delle torbiere, da quelle alte a quelle di transizione o a quelle basse, si sottolinea l'abbondanza di piante come i muschi, tra cui gli sfagni, e di piante erbacee come le carici e gli eriofori. È stato scelto in questa sede di presentare solo alcuni gruppi di piante più particolari e diffusi.



In una torbiera vi sono molte specie particolari, come lo sfagno e la drosera.

Ricchezza di specie in un cumulo di sfagni: in una piccola area si possono notare alcune specie di *Sphagnum* sp. e di altri muschi con *Vaccinium microcarpum* e *Calluna vulgaris*.

A fianco: una vasta torbiera con vari microambienti e circondata da foresta (Pokljuka, Slovenia).

I muschi

Molte specie di muschi sono presenti comunemente nelle torbiere e costituiscono il soffice tappeto umido tipico di questi ambienti. Appartengono al gruppo sistematico delle Briofite e sono piante prive di tessuti vascolari specializzati e con portamento foglioso o talloso. L'assorbimento e il trasporto dell'acqua e dei sali disciolti avviene per capillarità e interessa tutta la superficie della pianta. Questo tipo di conduzione è poco efficiente e ha impedito a queste piante di svilupparsi in altezza, hanno tutte infatti dimensioni ridotte e crescita spesso strisciante. Il loro particolare ciclo di vita prevede l'alternanza tra l'individuo aploide (con una sola serie di cromosomi) generato da una spora e chiamato gametofito, che costituisce le piantine verdi che conosciamo, e l'individuo diploide (con doppia serie di cromosomi) chiamato sporofito e generato per fecondazione, piccolo e non autonomo, che si sviluppa saldamente sulla precedente generazione e che risulta riconoscibile perché di colore non verde. Sono considerati tra i primi organismi colonizzatori di nuovi ambienti. Richiedono generalmente situazioni di umidità per lunghi periodi e tutti hanno bisogno di acqua per la riproduzione.

Gli sporofiti, riconoscibili per il colore bruno
(*Polytrichum strictum*).



La presenza di muschi è una caratteristica peculiare delle torbiere, in questo dettaglio di un cumulo di Roncon: *Sphagnum capillifolium* e *Polytrichum strictum*, oltre a piante di *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea* e *Molinia caerulea*.

Lo sfagno, una pianta delle meraviglie

Gli sfagni sono dei muschi che presentano struttura e funzioni molto particolari. Un singolo individuo è di piccole dimensioni, dotato di un sottile fusticino lungo qualche centimetro dal quale si dipartono ciuffi di delicati rami laterali, la parte sommitale è a forma di fitta rosetta, chiamata capitolo. Sia i rami sia il fusticino portano piccolissime foglioline prive di nervatura e formate da un solo strato di cellule. Il fusticino ha foglie diverse dai rami e la loro forma è determinante per il riconoscimento della specie. Come tutti i muschi, gli sfagni non possiedono radici né vasi conduttori per l'assorbimento e la distribuzione di acqua e sali minerali, assorbono infatti l'acqua per capillarità da tutta la superficie del corpo.

Negli sfagni un individuo può vivere molti anni. Ogni anno una delle ramificazioni terminali si diversifica e assume la forma e la funzione del fusticino. Le piante crescono verso l'alto mentre contemporaneamente nella parte basale le parti inferiori muoiono (accumulando gradualmente la materia organica che formerà la torba) e alcuni frammenti della pianta principale possono formare nuovi individui.

Molti individui vivono appressati gli uni agli altri nella maniera tipica di molti muschi, generando un tappeto vegetale fitto e soffice oppure una serie di pulvini (rilievi a cupola dal contorno rotondeggiante), aspetto tipico in molte torbiere. L'estrema vicinanza permette all'acqua

di risalire per capillarità tra un fusticino e l'altro e di essere trattenuta.



Una singola piantina di sfagno
(*Sphagnum subnitens*).
Alcune piantine di sfagno
(*Sphagnum magellanicum* al centro e
Sphagnum girgensohnii).

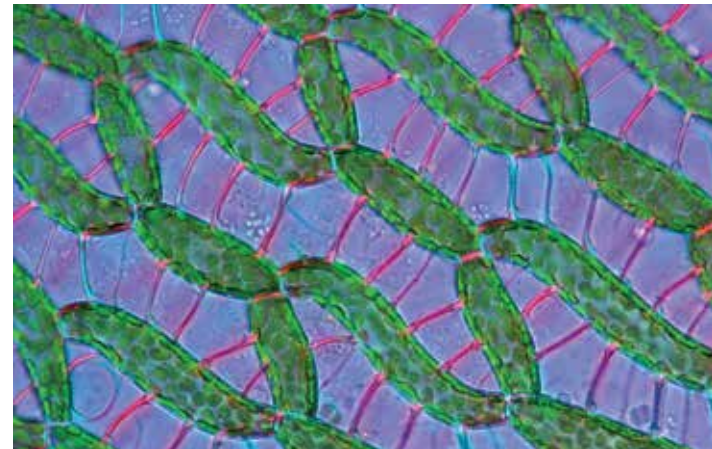
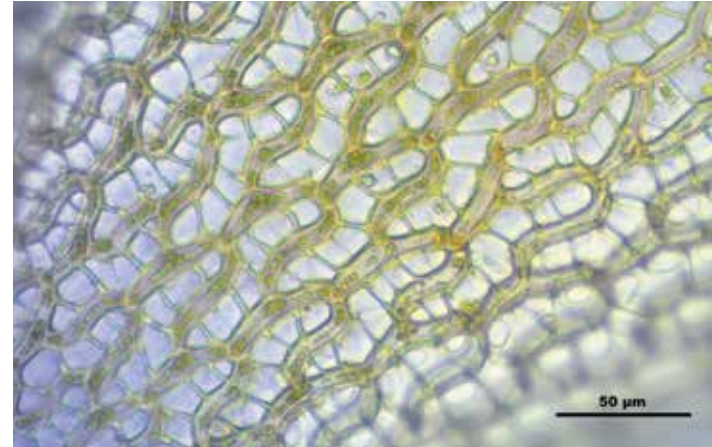
Uno sfagno al microscopio

Nelle foglie degli sfagni sono presenti cellule molto particolari, le ialocisti. Sono cellule morte con pareti spesso rinforzate da ispessimenti che ne mantengono la forma e consentono ad esse di assorbire acqua e di trattenerla. In questo modo un tappeto di sfagno riesce a raccogliere l'acqua meteorica e a mantenersi imbibito d'acqua anche al di sopra del livello della falda acquifera. La quantità di acqua che può essere assorbita dallo sfagno è pari a circa 10 - 15 volte il peso secco.

In Italia sono conosciute 30 specie di sfagni, caratterizzate da una combinazione di caratteri morfologici distintivi, la maggior parte dei quali sono evidenziabili solo al microscopio. Per identificare la specie, la pianta va "smontata" nei suoi elementi (fusto con le sue foglie, rami con le loro foglie) e per ognuno di questi va fatta una sezione trasversale, utilizzando una lametta affilata e pinzette appuntite. L'insieme delle forme e delle caratteristiche cellulari di ogni elemento della pianta contraddistingue univocamente ogni specie.

Le ialocisti, trasparenti e prive di cloroplasti, assorbono e trattengono l'acqua. Sono sostenute da un reticolo di piccole cellule verdi fotosintetiche.

Le cellule di una foglia di sfagno a luce polarizzata (Marek Miś).



Un piccolo organismo capace di modificare il proprio ambiente

Gli sfagni prediligono acque acide (con $\text{pH} < 6,5$) e con pochi nutrienti, e le diverse specie possono preferire sia ambienti completamente imbibiti d'acqua (specie idrofile) che ambienti umidi (specie igrofile). Il loro estremo adattamento ad acque povere di nutrienti e acide va però ben oltre. Gli sfagni sono in grado di cambiare radicalmente le caratteristiche chimiche dell'ambiente dove si sviluppano, causando una forte acidificazione. Sono in grado infatti di rendere l'acqua ancora più povera di nutrienti assorbendo vari cationi circolanti come calcio e magnesio e acidificandola con la liberazione di ioni H^+ , tramite la secrezione di acidi organici. Producendo queste particolari sostanze chimiche gli sfagni rendono l'ambiente ancora meno adatto alla proliferazione di organismi decompositori e favoriscono quindi la formazione della torba.

In presenza di acque con un forte carico minerale, molte specie di sfagno tendono ad essere presenti solo in particolari microhabitat chiamati cumuli (o *bulten*), luoghi spesso di piccole dimensioni, rilevati rispetto alla restante torbiera e svincolati da un contatto diretto con la superficie della falda acquifera.



Lo sfagno (*Spagnum capillifolium*) presente in cumuli nella torbiera di Roncon.

Le piante erbacee

Oltre agli sfagni, le ciperacee sono l'altro gruppo di piante tra le più caratteristiche della torbiera. Sono generalmente igrofile, di ambiente umido o paludoso. Esse presentano tipicamente una struttura strisciante sotterranea da cui si originano i fusti di sezione triangolare, non ramificati, pieni, privi di nodi (caratteristica che le distingue dalle graminacee) e con foglie solo basali.

Tra le ciperacee presenti nelle torbiere, le più abbondanti sono le carici (gen. *Carex*), di cui una trentina di specie vivono esclusivamente nelle torbiere. Alcune tra queste sono specie molto rare.

Un altro genere meno numeroso è costituito dagli eriofori (gen. *Eriophorum*), che con la maturità del frutto producono all'estremità del fusto dei fiocchi cotonosi che costituiscono il segnale inconfondibile della presenza di una zona umida.

Carici ed eriofori sono presenti soprattutto nelle torbiere basse, dove le acque sono ricche di sali e vi può essere una certa mineralizzazione, ma anche nelle torbiere considerate di transizione.

Nei cariceti di questi ambienti l'accumulo di sostanza organica proveniente dalle radici e dai rizomi di queste piante erbacee può essere superiore rispetto alla mineralizzazione generata dalla decomposizione e può portare a formare depositi organogeni di torba.



Una carice, *Carex paniculata*, alla torbiera di Roncon.

I densi ciuffi simili a cotone degli eriofori (*Eriophorum latifolium*), presenti in varie zone della torbiera di Roncon.

Le ericacee

Le ericacee sono un gruppo di piante frequenti nelle torbiere delle Alpi. Sono piante spesso sempreverdi, generalmente arbustive basse, che amano substrati acidi e che risultano, almeno alcune, abbastanza comuni. La mancanza di nutrienti in torbiera viene affrontata con la presenza di micorrize, associazioni simbiotiche con funghi, localizzate a contatto con le radici.

Tra le specie comuni sono presenti il brugo (*Calluna vulgaris*) e le tre specie più comuni di mirtillo, il blu, il rosso e il gaulterioide (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* e *V. gaultherioides*). Le belle fioriture dell'erica e del brugo si alternano lungo la stagione vegetativa, in primavera quella dell'erica e in autunno quella del brugo. Nelle torbiere possono essere presenti anche tre specie rare di mirtillo, il minore, il palustre e il falso mirtillo (*Vaccinium microcarpum*, *V. oxycoccus* e *V. uliginosum*) e nelle torbiere acide anche l'andromeda (*Andromeda polifolia*) e la moretta palustre (*Empetrum nigrum*). Raramente si possono trovare anche piante di rododendro (*Rhododendron ferrugineum*).



Un brugo in fioritura.

Altre specie caratteristiche

Oltre alle diverse ciperacee igrofile caratteristiche delle torbiere, si possono trovare anche altri gruppi di piante come per esempio *Molinia caerulea*, *Viola palustris*, *Potentilla palustris*, *Drosera spp.*, *Menyanthes trifoliata*, *Lycopodiella inundata* e molte specie di muschi inclusi diversi sfagni. Gli specchi d'acqua aperti e le depressioni presenti nelle torbiere possono ospitare specie di piante e di organismi verdi che vivono direttamente in acqua. Il trifoglio d'acqua (*Menyanthes trifoliata*) è una pianta acquatica perenne, dotata di rizoma (fusto modificato con funzione di riserva) orizzontale e di foglie alterne con lungo picciolo. L'infiorescenza è molto bella, con fiori bianchi a cinque petali. Le piante, rimanendo radicate sulla riva, tendono però a spingersi verso l'acqua formando gli aggallati, strati galleggianti di vegetazione formati dall'intreccio dei rizomi, sui quali successivamente possono crescere sfagni e ciperacee. La *Chara* è un genere di alga verde pluricellulare, solo superficialmente simile alle piante per la presenza di strutture simili ad un vero fusticino e a vere foglie, ma mancante di veri e propri tessuti differenziati. Colonizza acque dolci, in particolare quelle ricche di calcare e scarsamente ossigenate, rimanendo sommersa e ancorandosi al fondale.



Una pianta fiorita di trifoglio d'acqua.
Un'alga del genere *Chara* (*Chara globularis*).

Le piante carnivore come esempio di adattamento evolutivo

Una torbiera è un ambiente tipicamente povero di nutrienti perché il tasso di decomposizione è lento e gli elementi presenti nelle piante non ritornano a essere nuovamente disponibili alla loro morte. Alcune specie di piante che vivono in substrati come questi con limitatissima disponibilità di nutrienti hanno evoluto strategie per assimilare soprattutto azoto, talvolta anche fosforo e zolfo, direttamente da piccoli animali e i malcapitati vengono demoliti lentamente da enzimi digestivi.

Le specie presenti nelle torbiere alpine appartengono ai generi *Pinguicula*, *Drosera* e *Utricularia*, ciascuna con strutture peculiari.

Le pinguicole sono piccole piante abbastanza comuni in zone umide, hanno una rosetta compatta di foglie basali la cui superficie superiore è vischiosa e lucente e intrappola piccoli insetti.

Le drosera delle torbiere sono piante di piccole dimensioni il cui meccanismo di cattura è costituito dalle foglie da cui emergono strutture a tentacolo con all'apice una goccia di secreto adesivo. Esse sono dotate di movimento e si richiudono se stimolate meccanicamente.

Un'altra pianta carnivora può essere presente nelle zone di torbiera e colonizza propriamente le pozze dove vive quasi completamente immersa in acqua. Si tratta dell'*Utricularia*, nella quale alcune foglie sono

modificate e formano delle vescicole cave riempite di aria, che agiscono da galleggianti. Al loro interno esse possono inglobare attivamente piccoli animali utilizzando un meccanismo di apertura a scatto alla stimolazione di peli sensibili.



Una pianta di *Pinguicula* sp., Roncon.

Una pianta di *Drosera rutundifolia*, ancora all'inizio della sua crescita (Palù Longa).



Utricularia minor in fioritura.

A fianco: una pianta di *Drosera obovata* con alcuni insetti catturati.



La fauna delle torbiere

Le torbiere sono ambienti interessanti anche per quanto riguarda la fauna. Molti invertebrati acquatici possono essere presenti sia nel sottile velo d'acqua che ricopre sfagni e muschi sia direttamente nelle pozze. Tra gli insetti, i coleotteri ditiscidi sono acquatici per l'intero ciclo vitale mentre nelle libellule, considerate come bioindicatori per questi ambienti, solo le larve sono acquatiche.

Gli invertebrati terrestri presenti nelle torbiere non sono molti e sono anche poco conosciuti. Una ragione potrebbe essere la limitata estensione di questi ambienti, troppo piccoli per sostenere popolazioni stabili. Questa povertà nella fauna potrebbe essere dovuta anche al fatto che sfagni e muschi in generale sono poco appetibili agli insetti, che le ciperacee hanno foglie scarse e dure, e che sono scarse le fioriture di piante che producono abbondante polline e nettare, di cui si nutrono moltissimi insetti adulti. Sono poche quindi le specie strettamente legate a questi ambienti e poche anche quelle che sono presenti abitualmente anche se non esclusive. Sono numerose invece le specie presenti occasionalmente, provenienti dagli ambienti circostanti.

I predatori più importanti in torbiera sono i ragni, generalmente presenti con un buon numero di specie amanti dell'umidità e che costruiscono tele in mezzo alla vegetazione.



Una tela di ragno tra la vegetazione.



Le libellule sono tra gli insetti più frequenti nelle zone umide (Lago Bianco, Parco Naturale di Monte Corno).

Per quanto riguarda i vertebrati, il numero di specie è generalmente limitato per la rigidità del clima, l'acidità del terreno e la scarsità di ossigeno in acqua (assenza di pesci). Le torbiere sono preziosi siti di riproduzione per molti anfibi e le specie comunemente riscontrabili sono la salamandra alpina (*Salamandra atra*), il tritone alpestre (*Triturus alpestris*), la *Rana temporaria* (solo nel periodo riproduttivo), e nelle pozze di dimensioni maggiori anche il rospo comune (*Bufo bufo*).

Tra i rettili presenti in torbiera si possono notare il marasso (*Vipera berus*) e la lucertola vivipara (*Zootoca vivipara*). Gli uccelli sono generalmente abbondanti in montagna, ma l'ambiente di torbiera è scarsamente utilizzato, spesso solo ai margini e da ospiti occasionali. Abbastanza diffusi sono i piccoli mammiferi come insettivori, roditori e chiroterteri. I toporagni dei generi *Sorex* (toporagni terrestri) e *Neomys* (toporagni acquatici) possono essere abbastanza comuni, come anche le arvicole e i topi selvatici.



Un rospo comune (*Bufo bufo*), rinvenuto nei pressi di Roncon.



Un esemplare di lucertola vivipara (*Zootoca vivipara*) rinvenuto a Palù Longa.

Le torbiere come archivi naturali

L'ambiente di torbiera, ostacolando la decomposizione, offre condizioni particolarmente favorevoli alla conservazione delle parti morte delle piante. Una volta incluse nel suolo torboso, l'anossia dovuta all'acqua e la presenza di acidi deboli non permettono infatti la demolizione delle sostanze resistenti presenti nei granuli pollinici e in altre parti delle piante. Lo studio e la classificazione di questi resti, soprattutto dei pollini, permettono di delineare le caratteristiche fondamentali della vegetazione presente nell'intera area circostante alla zona umida e per un intervallo di tempo che va dalla sua formazione fino ai tempi recenti. I granuli pollinici infatti sono prodotti dalle piante in quantità elevate e risultano dispersi su tutto il territorio. Una volta inglobati nella torba essi conservano la loro posizione e ciò permette di ricostruire l'evoluzione che ha avuto la torbiera. Nell'arco alpino lo studio dei pollini ha permesso di ricostruire il paleoclima e il paesaggio vegetale delle torbiere e dei luoghi adiacenti a partire da 12.000 anni fa.

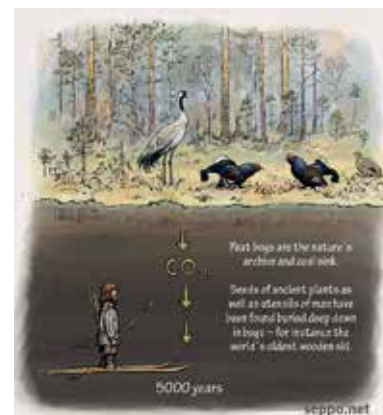
Le torbiere possono inoltre costituire un prezioso archivio archeologico. Anche le parti cheratinizzate degli animali (pelle, peli, unghie) resistono agli acidi deboli e alcune torbiere sono diventate famose per aver restituito alla luce segni della presenza umana del passato, come ad esempio un intero villaggio di

palafitte nella torbiera di Fiavé oppure corpi umani eccezionalmente conservati come il famoso Uomo di Tollund (Danimarca). Tali resti hanno permesso di conoscere meglio l'organizzazione e il funzionamento di civiltà umane europee dal mesolitico all'età del ferro e per alcune regioni del nord di arricchire il patrimonio archeologico relativo all'epoca romana.



Il polline, abbondantemente prodotto da molte piante, può venire conservato per molto tempo nella torba.

Le torbiere sono archivi naturali e serbatoi di carbonio. Semi di piante antiche, come anche utensili umani sono stati rinvenuti in profondità nelle torbiere, ad esempio lo sci in legno più antico del mondo. Cartoon: Seppo Leinonen, www.seppo.net.



Le funzioni ecologiche delle torbiere: la funzione idrologica e di depurazione delle acque

Il rapporto della torbiera con il ciclo dell'acqua è di fondamentale importanza, tanto che nelle prime descrizioni scientifiche della torba, risalenti alla fine del 1700, il materiale imbibito d'acqua era stato raffigurato come una spugna.

Molte ricerche attuali cercano di stimare quantitativamente l'acqua contenuta nelle torbiere in maniera dinamica nel tempo e nello spazio studiando il livello della falda acquifera. Molti autori sono infatti convinti che le torbiere siano in grado di trattenere ingenti quantità di acqua e di restituirla lentamente e progressivamente ai sistemi idrologici adiacenti. In questo modo, assicurando una minima portata ai rigagnoli emissari oppure diminuendo l'effetto dello scorrimento superficiale nel caso di piogge intense e quindi la possibilità di piene e di alluvioni, partecipano alla regolazione dei livelli delle acque superficiali e anche a quella delle acque sotterranee.

Le torbiere inoltre come altre zone umide assicurano una funzione di filtrazione e di purificazione delle acque. Queste sono infatti rallentate nella torbiera, il sedimento viene depositato e le sostanze presenti sono spesso assorbite dalle radici e dai microrganismi oppure aderiscono alle particelle di suolo. In molti casi questi processi di filtrazione rimuovono gran parte dei

nutrienti e degli inquinanti presenti nell'acqua e forniscono in uscita acqua pulita e potabile.



Simpatica vignetta di Seppo Leinonen su questa funzione ecologica delle torbiere.
Cartoon: Seppo Leinonen, www.seppo.net.

Lo stoccaggio del carbonio

Recentemente le torbiere sono diventate oggetto di maggiore interesse scientifico a causa dei cambiamenti climatici e del riscaldamento terrestre. Esse infatti rappresentano una superficie totale non trascurabile (4 milioni di km², circa il 3% delle terre emerse, secondo Joosten e Clarke, 2002) e sono tra gli ecosistemi terrestri più efficaci nella regolazione del ciclo globale del carbonio e nel suo stoccaggio: la torbiera accumula più carbonio di quanto ne libera perché la produzione e deposizione di carbonio organico è superiore alla liberazione come diossido di carbonio dovuta all'attività degli organismi e alla decomposizione, che in questo ambiente è quasi nulla.

La quantità di carbonio stoccato nelle torbiere è enorme, si stima che solo in quelle boreali siano contenuti 270-370 miliardi di tonnellate di carbonio e che a livello mondiale essa sia pari a 400-500 miliardi di tonnellate. Questa quantità è molto grande, basti pensare che equivale a circa 2/3 del carbonio atmosferico totale, corrisponde al carbonio presente nella biomassa totale (maggiore di tutte le foreste) ed è anche pari a circa un terzo del carbonio organico stoccato globalmente in tutti i suoli (Joosten e Clarke, 2002).

La quantità di carbonio depositato annualmente nelle torbiere (la capacità di assorbimento annuale) è stimata tra i 40 e i 70 milioni di tonnellate all'anno.

La perturbazione delle torbiere con l'estrazione della torba o con il drenaggio, oppure la loro trasformazione per la sostituzione degli sfagni con piante di clima più mite, conseguenza del riscaldamento climatico, possono invertire il funzionamento di questi ecosistemi nel ciclo del carbonio a causa della combustione, della minore deposizione e dell'aumento della decomposizione. Le torbiere possono quindi trasformarsi da serbatoi di carbonio in sorgenti, una minaccia per l'effetto serra in quanto la concentrazione di diossido di carbonio in atmosfera potrebbe aumentare considerevolmente per feedback positivo (Oechel et al., 1993), con effetti drammatici sul clima.

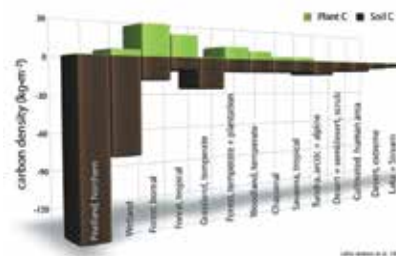


Grafico delle capacità di stoccaggio di diversi ecosistemi, sopra e nel suolo. La prima colonna raffigura le torbiere dell'emisfero boreale, il terzo le foreste boreali.

Strumentazioni automatiche (autochamber CO₂) presso la torbiera di Mer Bleue in Canada per la misurazione dello scambio netto di CO₂ dell'ecosistema (NEE).

L'uomo e le torbiere: l'utilizzo della torba, nel passato e attuale

In passato la torba è stata utilizzata come combustibile fossile, soprattutto per il riscaldamento domestico. Ciò è avvenuto principalmente in paesi con scarsità di alberi causata da estesi tagli a raso, e dove non vi erano altre risorse. Il potere calorifico è infatti alto ma meno importante rispetto al carbone e inferiore anche alla legna secca (carbone: circa 2,6 volte; legna secca: circa 1,3 volte). In alcune nazioni è stato mantenuto lo sfruttamento della torba, ad esempio in Irlanda esistono alcune centrali termoelettriche a torba.

Lo sfruttamento domestico avveniva generalmente con un'estrazione di zolle di torba a forma di mattone realizzata a mano tramite vanghe particolari. Le zolle venivano distese, distanziate e sollevate da terra in maniera da venire asciugate al sole e al vento. Solo in alcune nazioni lo sfruttamento ha avuto anche delle fasi industriali, come in Irlanda a partire circa dagli anni '30.



Allestimento in un parco naturale sulla modalità artigianale di estrazione della torba.



Torba estratta e lasciata essiccare.

Altri utilizzi della torba e di piante legate alla torbiera

Oggi la torba viene utilizzata primariamente come substrato vivaistico in agricoltura. Data la scarsità di potassio e di fosforo non viene considerata un vero e proprio concime, ma piuttosto un ammendante, un materiale in grado di migliorare alcune caratteristiche fisiche del suolo, soprattutto la capacità di ritenzione idrica, nonché di rendere il suolo più morbido e soffice. Un utilizzo molto particolare della torba consiste nell'affumicatura del salmone e in Scozia del malto utilizzato per la produzione di Scotch whisky torbato, dal sapore e odore caratteristico.

La torba viene utilizzata in alcuni processi industriali grazie alla sua capacità di filtrazione e di scambio ionico, ad esempio nel trattamento dell'inquinamento da idrocarburi o per la minimizzazione dei disturbi olfattivi negli impianti di depurazione, dove viene utilizzata per filtrare l'aria insieme a cippati e compost. Recentemente la torba è stata portata alla ribalta da alcune aziende di cosmesi che producono una serie di prodotti per la cura della pelle.

Alcune piante delle torbiere come la drosera hanno rivelato proprietà medicinali e sono utilizzate in erboristeria e in farmacologia.

Alcuni utilizzi popolari delle torbiere sono stati nel passato la raccolta di materiali per la copertura in paglia delle sedie o dei tetti delle case. Nelle zone dove si praticava l'allevamento ma non vi erano coltivazioni

di grano da cui ricavare lo strame per il bestiame nelle stalle, veniva utilizzata la molinia (*Molinia caerulea*), indicata appunto anche come "gramigna dei prati da strame", che ne rappresentava un buon sostituto.



Torbiera sfruttata industrialmente per l'estrazione della torba.



LO STUDIO DELLA TORBIERA DI RONCON

Le torbiere della Val di Fassa

Le zone umide sono habitat caratteristici, nel territorio della Val di Fassa rari e isolati, e ospitano specie animali e vegetali altrettanto insolite e meritevoli di protezione. Le torbiere tutelate come Zone Speciali di Conservazione nell'ambito della Rete Natura 2000 sono la Torbiera di Roncon e le torbiere presenti nel sito protetto della Val Duron. Altre ristrette zone umide e formazioni torbose sono citate nei siti protetti della Val San Nicolò e della Val Giumela. Alcune zone umide sono inoltre tutelate come Riserve Locali. Per il progetto è stato scelto il sito di Roncon perché più facilmente raggiungibile dalla sede scolastica e anche per la sua estensione limitata.

L'Istituto Culturale Ladino possiede un archivio di dati relativi ai toponimi e alle località presenti sul territorio della Val di Fassa. Per il progetto è stata estrapolata una lista ricercando nella descrizione parole chiave come *palude, torbiera, acqua, pozza*, ecc. e sono state trovate circa un centinaio di piccole zone umide. Non è possibile al momento avere conferma se sono ancora presenti, ma è probabile che una buona parte di queste aree sia scomparsa. In passato la situazione di presenza diffusa nel territorio di piccole aree umide rendeva possibile lo spostamento di individui da una zona all'altra sia di piante, con la propagazione dei semi, sia di animali, e ciò conferiva all'ambiente una certa stabilità e capacità di recupero da situazioni di

difficoltà per eventi casuali e temporanei, come ad esempio la momentanea scomparsa di una specie. La situazione attuale di quasi isolamento delle zone umide rimaste costituisce al contrario un aspetto di grande debolezza dell'ambiente in quanto la vulnerabilità è maggiore e la capacità di recupero non risulta assicurata.



Una delle zone umide presenti in Val Duron, indicata nella toponomastica locale come *Pian della Torba* e come *Torba* sulla carta tecnica provinciale 1:10.000.

Il sito protetto della Torbiera di Roncon

La torbiera di Roncon, già designata come SIC, Sito di Interesse Comunitario, è ora ufficialmente riconosciuta come ZSC, Zona Speciale di Conservazione della Rete Natura 2000, un sistema di aree protette a tutela della biodiversità istituito dall'Unione Europea con la direttiva 92/43/CEE, conosciuta come Direttiva Habitat. La sigla IT3120084 è il codice che identifica quest'area in modo univoco nell'ambito della rete.

La torbiera di Roncon come presentata sul sito delle Aree Protette della Provincia Autonoma di Trento (www.areeprotette.provincia.tn.it).

68. Roncon

- **Tipologia:** torbiera
- **Comune:** Vigo di Fassa
- **Quota media:** 1720 m
- **Superficie:** 0,5 ha circa
- **Normativa di riferimento:** L.P. 14/1986

Il biotopo Roncon è costituito da una piccola torbiera collocata in una selletta, in un contesto paesaggistico di grande suggestione. Da essa nascono due piccoli ruscelli che alimentano altre zone umide situate a valle.

La torbiera è caratterizzata dalla presenza di enormi cumuli di sfagni, muschi tipici delle zone umide, ed ospita specie vegetali rarissime.

Tra queste ultime meritano di essere ricordate *Triglochin palustre*, *Eleocharis quinqueflora*, *Utricularia minor*, *Carex cfr. tumidicarpa* e *Carex davalliana*.

Questo biotopo rappresenta altresì una delle pochissime zone umide della Val di Fassa ed in quanto tale costituisce anche un sito riproduttivo obbligato, e perciò di notevole importanza, per gli Anfibi che popolano l'intera area circostante.



La Torbiera di Roncon

Il sito di Roncon si trova alla quota di 1720 m s.l.m. a circa 7 km da Vigo di Fassa. È raggiungibile con la SS 241 che porta al Passo di Costalunga; poco dopo la località Chiusel vi è sulla sinistra il bivio con la strada sterrata che in pochi minuti a piedi conduce alla torbiera.

La superficie della zona protetta è di circa 2,9 ettari, ma la torbiera vera e propria occupa meno di mezzo ettaro. Il sito è molto interessante ed è caratterizzato da un mosaico di microhabitat che lo rendono ricco di biodiversità nonostante le sue ridotte dimensioni. È segnalata la presenza di cumuli di sfagni e di specie rare come *Triglochin palustris*, *Eleocharis quinqueflora*, *Utricularia minor*, *Carex* cfr. *tumidicarpa* e *Carex davalliana*.



La localizzazione della Torbiera di Roncon.

Caratteristiche generali della zona

La zona è posta alla base delle propaggini più meridionali del Catinaccio-Rosengarten, in un'area marginale della foresta di conifere situata tra Moena e il Passo di Costalunga.

La torbiera è localizzata al margine di una ampia zona aperta, in una piccola sella delimitata verso nord dal bosco che sale lungo il versante (interrotto poco più in alto dalla strada), e verso sud da un rilievo collinare isolato, prativo, forse costituito da deposito glaciale. Due piccole vallecole laterali incanalano le acque di drenaggio, mentre l'area pianeggiante centrale della torbiera è alimentata da sorgenti poste a monte.

Il paesaggio verso sud è caratterizzato da una ampio prato. Il nome Roncon deriva dal termine ladino *ronch* che significa infatti terreno diboscato, dissodato.

Verso sud-ovest vi è un'ampia vista sul Latemar, mentre guardando verso valle dalla collinetta si può osservare la foresta che digrada verso Moena; verso nord-est l'alta Val di Fassa.

Il substrato roccioso da cui arrivano le acque in torbiera è costituito prevalentemente da evaporiti (gessi), siltiti, marne e rocce di tipo carbonatico (di età dal Permiano al Triassico medio). Alcune di queste rocce sono parzialmente solubili e le acque che vi scorrono in superficie e le attraversano in profondità si arricchiscono abbondantemente di sali minerali. Le caratteristiche



La Torbiera di Roncon dalla strada.



La vista da Roncon verso l'alta Val di Fassa.

delle formazioni geologiche della zona determinano quindi il chimismo delle acque della Torbiera di Roncon, che risultano fortemente mineralizzate.

Una diretta conseguenza, visibile sul sito, è la presenza diffusa di depositi di travertino: tale roccia si forma quando acque di infiltrazione molto ricche di carbonato di calcio in soluzione escono in piccole sorgenti e incontrando differenti condizioni rilasciano in parte il loro contenuto, facendolo precipitare. Anche in altre aree adiacenti e lungo la strada sterrata di accesso si possono notare zone di ruscellamento diffuso in cui è presente il travertino. Un altro tipo di roccia presente è una breccia poligenica, originatasi da depositi di versante (ghiaioni) e caratterizzata dalla presenza di carbonati come cemento tra i vari frammenti.

La formazione del ristagno d'acqua nella torbiera è determinato dalla presenza in profondità di strati impermeabili. Questi sono forse da ricondurre a una formazione rocciosa (Formazione a Bellerophon), in prevalenza gessosa, ma avente un'importante componente argillosa, che per il fatto di essere a granulometria finissima risulta quindi impermeabile.



Vista verso la Vallaccia.



Il Gruppo del Latemar da Roncon.

Il tipo di torbiera, l'acqua e la vegetazione

La torbiera di Roncon si trova in una piccola sella e risulta in parte pianeggiante e in parte in pendio.

Il suolo è caratterizzato dalla costante presenza di acqua nonostante le naturali variazioni di portata delle sorgenti e le oscillazioni stagionali. A seconda del punto in cui ci si trova, la superficie libera della falda idrica è posizionata ad altezze diverse rispetto al livello del terreno. La variazione nella profondità della falda e il chimismo di ciascun microambiente sono i fattori che maggiormente condizionano il tipo di vegetazione e la distribuzione degli habitat presenti nel sito. Pochi decimetri infatti possono fare la differenza per le associazioni vegetali estremamente selettive che popolano questi ambienti.

Consultando i dati disponibili sul sito delle Aree protette della Provincia di Trento e le informazioni raccolte durante i sopralluoghi, si possono elencare alcuni degli habitat presenti secondo la classificazione di Rete Natura 2000. Nella torbiera di Roncon il tipo di ambiente maggiormente rappresentato è la *Torbiera bassa alcalina*, caratterizzata da vegetazione con piccole carici e numerose specie, sia di muschi sia di piante vascolari. Le pozze di acqua aperta appartengono alle *Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di Chara spp.* Le aree ben riconoscibili dei cumuli di sfagni sono invece tipiche delle *Torbiere alte attive*, un habitat considerato prioritario a livello europeo, di

eccezionale e riconosciuta importanza naturalistica. Per questa caratteristica, di essere un mosaico di aree tipiche di torbiera bassa e aree tipiche di torbiera alta, il sito di Roncon potrebbe essere classificato come una *Torbiera di transizione*, un habitat di grande rilevanza ecologica, che può presentare a livello floristico una varietà superiore rispetto a quella delle torbiere alte.



Una delle pozze di Roncon e la vegetazione idrofila.

Il mosaico di vegetazione a Roncon.

I rilievi effettuati dagli studenti

Gli studenti coinvolti nel progetto *Think Nature, act local* hanno potuto svolgere per alcune giornate il ruolo di ricercatori, guidati dal biologo Daniel Spitale, esperto in ricerche ecologiche e ambientali.

Lo studio è stato realizzato in più fasi: una giornata di rilievi e raccolta dati al sito di Roncon nel mese di ottobre 2016, due giornate di analisi chimiche e osservazioni svolte a scuola in laboratorio e un'ulteriore giornata di rilievi nel luglio 2017, nel periodo di maggiore sviluppo vegetazionale; a seguire, numerosi incontri di elaborazione dei dati e di stesura del testo, nonché altri sopralluoghi occasionali.



L'esperto biologo Daniel Spitale.

Lo studio sul sito di Roncon

La prima giornata di studio al sito si è svolta in una nuvolosa giornata di ottobre.

L'esperto, dopo avere inquadrato la zona da un punto di vista generale e presentato le caratteristiche di una torbiera, ha introdotto il gruppo di studio alla pratica di come si esegue sul campo un rilievo di tipo ecologico. Durante la giornata sono state realizzate le seguenti attività: sopralluogo e osservazione generale, rilievo cartografico, rilievo della vegetazione e raccolta campioni per una classificazione successiva, misurazione dell'altezza della falda acquifera e raccolta di campioni di acqua, misurazione della profondità della torba e carotaggio. Alcuni studenti avevano il compito di documentare con fotografie e video il procedere dei lavori.

A fianco: prima introduzione sul sito di Roncon.



Il rilievo cartografico

Dopo un'osservazione preliminare e prima di effettuare i rilievi, l'area di interesse è stata mappata.

A scuola era stato preparato tutto il materiale necessario: alcuni rilevatori GPS, alcune cordelle metriche, una cartina topografica associata a una foto aerea per poter disegnare più agevolmente i limiti della torbiera.

Arrivati sul sito, per prima cosa, è stata effettuata più volte la traccia GPS del perimetro effettivo della torbiera, per delimitare l'area di studio. Tale traccia viene registrata camminando lentamente per permettere costantemente la comunicazione con i satelliti. Successivamente, dopo aver disegnato abbastanza precisamente il perimetro, l'area è stata divisa in sezioni per facilitarne la misurazione da parte di tre gruppi di rilevatori.

Il rilievo viene condotto a partire da punti fissi di facile individuazione sull'ortofoto (per esempio alberi, arbusti, pozze, ecc.). Sulla base di questi la mappa viene arricchita di informazioni e misure sulle dimensioni dei diversi microambienti presenti.

Uno studente ha messo a disposizione un drone, cosicché è stato utilizzato anche questo mezzo per avere riprese aeree che sono state utili nella realizzazione della mappa.

Tutte le misure di distanza tra i punti sono state registrate trascrivendole sulla carta. Infine è stato

disegnato sommariamente il mosaico della torbiera dividendo l'area nei quattro microambienti presenti.



Misurazione delle distanze tra elementi utili.

La stesura degli appunti del rilievo.

La raccolta di dati georeferenziati direttamente su tablet.



Lo studente che prepara il drone al sorvolo della torbiera.
Il drone in atterraggio.



Tre dei quattro microambienti in successione: la pozza, la
zona a piante basse e la zona a piante alte.

I diversi microambienti da considerare

I diversi microambienti si differenziano in base all'altezza della falda rispetto alla base delle piante. Questo fattore ecologico è fondamentale in quanto le piante ne vengono fortemente influenzate: alcune di esse infatti hanno necessità di rimanere sempre sommerse oppure imbibite d'acqua, mentre altre hanno bisogno di un suolo aerato e non permanentemente bagnato. I microambienti considerati sono stati:

- le pozze: sono gli ambienti con la falda a maggiore altezza, con presenza di piante idrofile, che vivono permanentemente in acqua (ad esempio le alghe verdi del genere *Chara*)
- le zone con piante vascolari basse: la falda risulta ad un livello intermedio tra quello precedente e quello successivo, non sono presenti alberi; risulta l'ambiente maggiormente rappresentato nella torbiera di Roncon
- le zone con le piante alte: sono gli ambienti che, insieme ai cumuli, presentano il livello della falda più basso rispetto al livello base delle piante; in queste zone riescono a prosperare alcuni tipi di piante vascolari abbastanza alte come le carici, ma anche arbusti e qualche specie arborea con crescita stentata
- i cumuli o *bulten*: sono i microambienti in cui la falda si trova abbastanza in basso rispetto alla vegetazione e per questo motivo le piante risultano meno vincolate ad essa e più legate alla disponibilità d'acqua fornita dalle piogge; sono le zone dove prevale la popolazione

di *Sphagnum* e dove per questo motivo anche il chimismo risulta modificato verso una maggiore acidità del suolo.



Una pozza con prevalenza dell'alga *Chara vulgaris*.



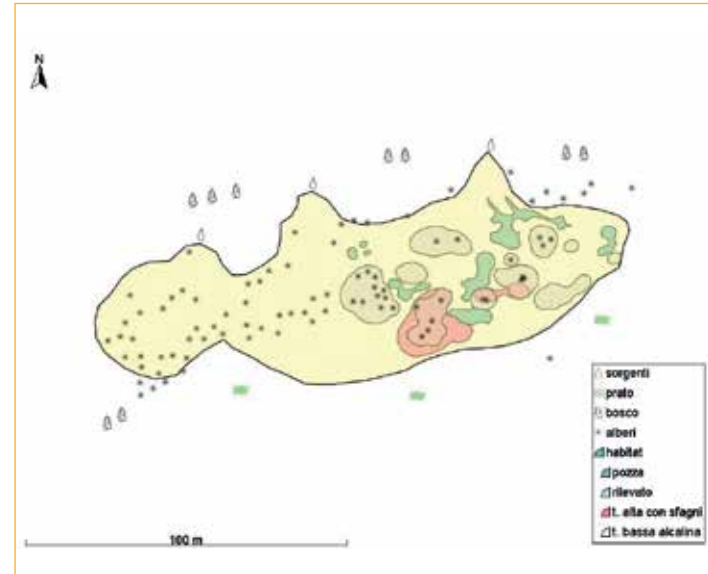
Un piccolo cumulo con prevalenza di *Sphagnum* sp.

I risultati della raccolta dati cartografica

I cuscinetti di sfagni, che occupano complessivamente un'estensione limitata, si elevano di qualche decimetro sopra il livello dell'acqua e formano i cosiddetti cumuli o *bulten*. Come detto infatti, sono soprattutto gli sfagni a causare lo sviluppo verso l'alto della torbiera in seguito all'accumularsi delle loro parti morte indecomposte e la loro trasformazione in torba. Sono posizionati nella parte della torbiera più lontana dalle sorgenti, in quanto questo tipo di muschi necessita di un ambiente tendenzialmente acido che può essere supportato dalle piogge o da acque povere di sali e nutrienti.

Al contrario dei *bulten*, vi sono altre aree che risultano perennemente sommerse. Sparse su tutto il pianoro si possono osservare numerose pozze di acque calcaree ($\text{pH} \geq 7.5$) popolate abbondantemente da tappeti di alghe characee. L'habitat dominante è rappresentato però dalla torbiera bassa alcalina, caratterizzata da associazioni a piccole carici che ospitano numerose specie di piante vascolari e briofite. La variabilità negli ambienti è determinata oltre che dall'altezza della falda idrica anche dalla concentrazione di nutrienti.

Le numerose 'isolette' rialzate ospitano anche piante di abete rosso e larice la cui crescita stentata è attribuibile all'ambiente anossico in cui gli alberelli affondano le radici.



Lo schema redatto con i dati dei rilievi cartografici.

Il rilievo della vegetazione

In alcuni punti della zona affidata, ciascun gruppo di studio ha effettuato il rilievo della vegetazione, la misurazione dell'altezza della falda e il prelievo di alcuni campioni d'acqua.

Il rilievo della vegetazione viene svolto comunemente utilizzando un reticolo a maglie regolari da appoggiare al suolo. Si osserva la zona da campionare e si appoggia il reticolo in una zona abbastanza uniforme e rappresentativa. Analizzando la vegetazione tra le maglie e raccogliendo qualche campione si procede a valutarne la frequenza contando in quante maglie la stessa specie è presente.

Il reticolo utilizzato durante lo studio misura 56 cm x 43 cm ed è suddiviso in 12 quadrati di 13 cm di lato.

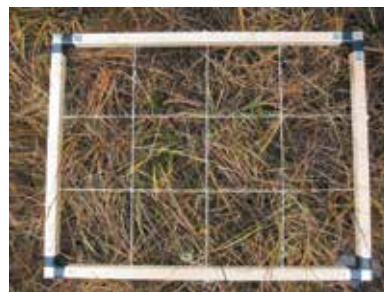
Ogni gruppo, per raccogliere informazioni riguardo alle specie di piante presenti, ha individuato cinque punti sparsi sull'area affidata, dove è stato posizionato il reticolo e sono stati raccolti i campioni. Per ognuno dei punti prescelti sono state inoltre memorizzate le coordinate tramite il dispositivo GPS del cellulare e i punti sono stati trasferiti in mappa.

I campioni raccolti di alcune specie sono stati inseriti in apposite buste di carta per poi essere successivamente analizzati in laboratorio.

Questa fase si è rivelata alquanto impegnativa e, vista l'inesperienza e la mancanza di conoscenze approfondite, è stato l'esperto a raccogliere un

certo numero di campioni di specie di muschio, che successivamente ha provveduto a classificare.

Data la stagione inoltrata non è stato possibile soffermarsi sulle piante ciperacee presenti perché ormai prive di parti riconoscibili e quindi difficilmente classificabili.



Il reticolo per il rilievo della vegetazione. L'osservazione dei muschi per l'identificazione. Una prima suddivisione dei muschi in pleurocarpi (dal portamento ramificato) e acrocarpi (con portamento eretto), tra cui gli sfagni.





Il rilievo della profondità della falda

A ogni rilievo della vegetazione è stata affiancata anche la misurazione dell'altezza della falda, uno dei fattori ecologici principali delle torbiere. Nelle ricerche approfondite e protratte nel tempo svolte per valutare il comportamento di una torbiera nei confronti dell'alimentazione idrica, sono generalmente installati dei tubi permanenti (piezometri) all'interno dei quali l'acqua circola liberamente e che consentono l'agevole valutazione dell'altezza della superficie della falda.

In mancanza di tali attrezzature, essa si misura mediante un puntale metallico del diametro di qualche centimetro, che si affonda e si ruota nella torba per realizzare un foro sufficientemente ampio. Successivamente si attende una decina di minuti affinché il livello dell'acqua si ristabilizzi all'interno del foro. A questo punto si misura la distanza che intercorre tra il livello raggiunto dall'acqua e la base della vegetazione in superficie.

Nel nostro caso, le misurazioni sono state fatte in prossimità dei punti corrispondenti ai rilievi della vegetazione nei quattro tipi di microambienti riconosciuti.

Il foro per misurare l'altezza della falda viene preparato con un puntale.

Uno dei fori preparati: risulta visibile il livello della superficie della falda acquifera.

La raccolta dei campioni d'acqua

Nello stesso foro prodotto per il rilievo della profondità della falda oppure direttamente nelle pozze, sono stati raccolti con una siringa i campioni di acqua. Successivamente tali campioni sono stati portati in laboratorio e conservati per le analisi.



La raccolta dei campioni di acqua.



La misurazione della profondità degli strati di torba

La profondità dello strato di torba è un dato fondamentale nello studio di una torbiera perché fornisce indicazioni su quanto materiale organico si è accumulato nel tempo.

La profondità della torba è stata misurata sia in corrispondenza dei punti scelti per il rilievo della vegetazione sia in altri punti in maniera da avere un quadro generale dell'intera area.

Le misurazioni sono svolte per mezzo di una sonda metallica modulare che viene infilata nello strato di torba fino a raggiungerne il fondo. Essendo cedevole, la torba si lascia attraversare abbastanza facilmente ed è agevole percepire quando si incontra il substrato roccioso o il detrito minerale sottostante. Dopo aver infilato la sonda si prende nota della profondità e si completa la rilevazione memorizzando la posizione con il GPS e segnandola sulla mappa.

A Roncon sono stati svolti in totale quattordici sondaggi. Lo spessore variava da un minimo di 26 cm ad un massimo di 230 cm. La media tra i valori raccolti è di circa 1,10 m. Il maggior spessore dello strato torboso, accumulatosi nel corso di molte centinaia di anni, si riscontra in prossimità delle piccole aree dei *bulten* occupati dagli sfagni.



La misurazione della profondità della torba con la sonda metallica.



Misurazione della parte di sonda entrata nel terreno.

Il carotaggio

Il carotaggio è l'operazione che permette l'estrazione di una carota, ossia un campione di forma cilindrica, da un materiale, in questo caso il suolo, o anche altro come ghiaccio, roccia o legno. Le carote estratte possono essere analizzate come una registrazione storica dell'evoluzione dell'ambiente circostante. Gli strati più superficiali sono infatti più recenti mentre quelli più profondi sono più antichi. Spesso nei diversi strati presenti sono riconoscibili le diverse fasi di evoluzione di una torbiera.

Le analisi svolte sulle carote permettono di acquisire anche molte informazioni riguardo al terreno preso in esame, in particolare dati storici sugli ambienti e sulla vegetazione tramite il contenuto in resti biologici indecomposti tra cui i pollini e, nel caso di ricerche più approfondite e complesse, anche informazioni sulle caratteristiche del clima del territorio che si sta analizzando.

L'operazione prevede un prelievo meccanico con l'uso di uno specifico strumento, il carotatore.

Per ottenere un campione è necessario appoggiare sul terreno il carotatore e girarlo in senso orario esercitando una sufficiente pressione. Così facendo lo strumento inizia a penetrare nella torba e a raccogliere la carota grazie a una lama interna. Terminata questa operazione la carota viene estratta girando il carotatore in senso opposto.



Il carotaggio svolto per l'estrazione di un campione di torba.



Una delle carote estratte con il carotatore.

Lo studio nel laboratorio della scuola

In giornate successive all'uscita, i dati relativi al mosaico vegetazionale sono stati analizzati e registrati in un programma di cartografia e sono state svolte le analisi e le osservazioni in laboratorio: le analisi chimiche sui campioni d'acqua raccolti, l'osservazione e la classificazione delle specie di muschi presenti a Roncon, l'analisi della torba raccolta durante il carotaggio e la stima del carbonio accumulato.



Osservazioni dei campioni per la classificazione.

L'analisi dei campioni di acqua

L'analisi delle acque ha permesso di misurare nei campioni raccolti i seguenti parametri: l'abbondanza di ioni H_3O^+ (acidità, espressa in pH), la durezza e la conducibilità elettrica.

Questi costituiscono importanti fattori ecologici che influenzano le caratteristiche dell'intera torbiera.

Per rilevare l'acidità dell'acqua sono state seguite due metodologie. La prima consiste nell'utilizzare un reagente chimico che, mescolato al campione in una determinata quantità, assume diverse colorazioni a seconda del valore. Confrontando tale colore su una scala si riconosce il valore del pH. Per avere dati più attendibili è stata misurata l'acidità anche tramite un piaccametro. I 17 campioni di acqua prelevati in torbiera avevano valori di pH da un minimo di 7 a un massimo di 7,8, l'acqua dell'abbeveratoio presentava un pH leggermente maggiore, quasi 8. Tali valori coincidono con quelli tipici di una torbiera di tipo alcalino e minerotrofo, il cui pH può variare da 5,5 (leggermente acido) a 7 (neutro), o oltre fino a 8 (basico) e legata ad acque di ruscellamento o di infiltrazione ricche di minerali.

Per misurare la durezza e la conducibilità elettrica è stato utilizzato un conduttimetro. I campioni hanno rivelato valori tutti molto alti, da 736 a 1964 $\mu S/cm$.



Analisi del pH dei campioni di acqua.

Tali valori sono stati confermati anche con il metodo dei reagenti. Tali dati mettono in rilievo come le acque presenti nel sito siano molto ricche di ioni minerali e sono coerenti con la natura geologica del substrato (presenza dei gessi della Formazione a Bellerophon e di accumuli consistenti di carbonato di calcio sotto forma di travertino).

In un campione di acqua è stato misurato anche il contenuto in nutrienti, rivelatosi molto basso, in linea con la caratteristica povertà in queste sostanze delle torbiere.



Analisi del pH con un piaccametro, durante una delle uscite.
Lo strumento per misurare il pH, il piaccametro.

La classificazione delle specie di muschi

Dopo una prima introduzione sulle caratteristiche dei muschi e sulla loro tassonomia a cura dell'esperto, sono state svolte osservazioni approfondite in maniera da individuare differenze e peculiarità e classificare i campioni raccolti tramite il confronto con schede di immagini e descrizioni. La prima operazione è stata l'osservazione macroscopica e la suddivisione delle specie presenti in acrocarpi, vale a dire con portamento eretto (come ad esempio gli sfagni) e pleurocarpi, riconoscibili per i fusticini prostrati, più lunghi e ramificati. Successivamente è stata svolta un'osservazione più dettagliata al microscopio stereo per individuare le caratteristiche peculiari utili alla loro classificazione specifica.

Il lavoro è stato interessante ma per niente facile e per questo motivo l'identificazione finale delle specie di muschio presenti a Roncon è stato svolto primariamente dall'esperto in briofite. Agli studenti è stato fatto comprendere la diversità delle forme morfologiche e gli adattamenti ai diversi habitat. Si sono inoltre cimentati nella metodologia che si utilizza comunemente per svolgere osservazioni dettagliate di queste piccole piante.

Nella torbiera di Roncon sono state individuate due specie di sfagni: *Sphagnum capillifolium* (già *nemoreum*) e *S. fuscum*. Sono distinguibili macroscopicamente

dalle sfumature di colore dei capitoli: rosso per il primo e bruno-arancione per il secondo, altri caratteri peculiari possono essere rivelati dall'osservazione al microscopio.



L'esperto spiega ai ragazzi come svolgere l'osservazione.

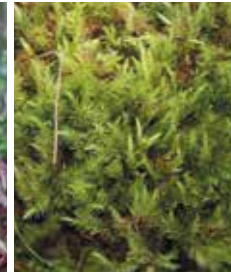
Le specie di briofite rinvenute e classificate sono:

Muschi:

Sphagnum capillifolium
Sphagnum fuscum
Aulacomnium palustre
Calliergonella cuspidata
Campylium stellatum
Climacium dendroides
Palustriella commutata
Plagiomnium ellipticum
Pleurozium schreberi
Polytrichum strictum
Pseudocalliegon trifarium
Scorpidium cossoni
Scorpidium revolvens
Tomenthypnum nitens



Sphagnum capillifolium



Aulacomnium palustre



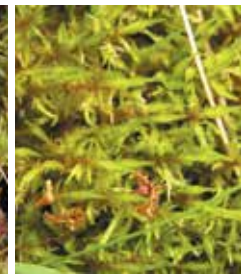
Sphagnum fuscum



Plagiomnium ellipticum



Polytrichum strictum



Calliergonella cuspidata

Epatiche:

Cephalozia pleniceps

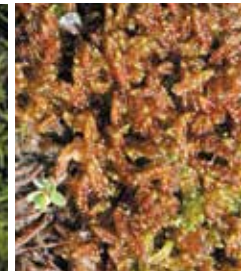
Pur non appartenendo alle Briofite, si cita in questa sede la presenza dell'alga verde *Chara vulgaris*, molto abbondante nelle pozze, insieme al genere *Spirogyra*.



Palustriella commutata



Climacium dendroides



Scorpidium revolvens

La classificazione delle specie di piante vascolari

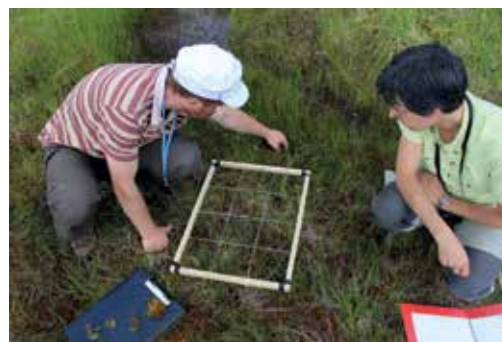
L'attività dedicata al rilievo delle piante vascolari è stata svolta il 10 luglio 2017. In questa occasione la torbiera appariva notevolmente differente rispetto all'autunno. Le piante vascolari erano in pieno sviluppo e schermavano alla vista le pozze più piccole, maggiormente visibili nel mese di ottobre; la maggior parte delle pozze inoltre presentava un livello di altezza dell'acqua di molto inferiore e alcune erano completamente asciutte. Il tasso di evaporazione durante le calde giornate d'estate e la scarsa alimentazione dovuta alla modeste precipitazioni durante l'inverno hanno avuto evidenti conseguenze.

Il sopralluogo è iniziato con una ricapitolazione delle caratteristiche della torbiera di Roncon e con l'illustrazione delle caratteristiche utili al riconoscimento delle principali piante da rilevare con i consueti reticoli. Con l'aiuto del biologo sono stati effettuati sette rilievi, nei pressi dei punti scelti nella precedente uscita e sono stati nuovamente raccolti i dati dell'altezza della falda per evidenziare differenze rispetto all'autunno. Sono state classificate sul campo le specie e annotata la loro frequenza.

In alto: l'aspetto della Torbiera di Roncon nel periodo estivo.

Alcune pozze della torbiera parzialmente prosciugate.

A fianco: il rilievo della vegetazione durante la giornata estiva. Si nota il livello della falda molto più basso rispetto al mese di ottobre.



Le specie di piante vascolari rinvenute e classificate :

Adenostyles alpina
Agrostis stolonifera
Alchemilla sp.
Bartsia alpina
Blysmus compressus
Briza media
Calluna vulgaris
Campanula carnica
Carex davalliana
Carex flacca
Carex flava
Carex lepidocarpa
Carex nigra
Carex panicea
Carex paniculata
Centaurea nigrescens
Cirsium helenoides
Cirsium palustre
Dactylorhiza incarnata
Dactylorhiza maculata
Eleocharis palustris
Equisetum palustre
Eriophorum latifolium
Juncus alpino-articulatus
Knautia arvensis



Il rilievo della vegetazione. In una maglia del reticolo si riconoscono le specie *Molinia caerulea*, *Equisetum palustre*, *Potentilla erecta*, *Calluna vulgaris* nonché due specie di muschi, *Sphagnum capillifolium* e *Aulacomnium palustre*.

Lotus corniculatus
Luzula sudetica
Molinia caerulea
Parnassia palustris
Pedicularis palustris
Pinguicula sp.
Polygonum viviparum
Potentilla erecta
Ranunculus acris
Ranunculus repens
Scorzonera humilis
Selaginella selaginoides
Tofieldia calyculata
Trichophorum alpinum
Trichophorum caespitosum
Trifolium pratense
Triglochin palustris
Trollius europaeus
Vaccinium vitis-idaea
Valeriana dioica.

Durante la giornata di attività non sono state rinvenute le specie rare *Eleocharis quinqueflora*, *Utricularia minor* e *Carex* cfr. *tumidicarpa* citate nella scheda tecnica del biotopo.



Carex davalliana *Tofieldia calyculata* *Dactylorhiza maculata*



Agrostis stolonifera



Eleocharis palustris

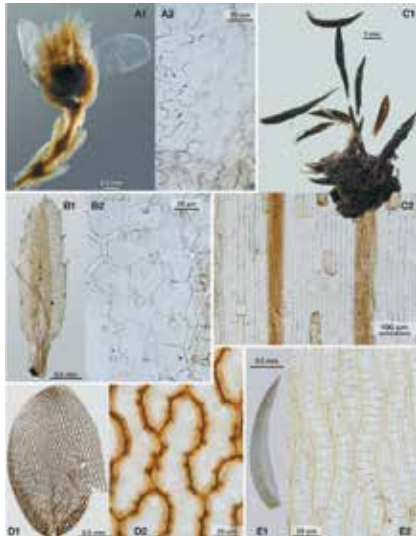
L'analisi della torba prelevata con il carotaggio

Le due carote prelevate durante la giornata di studio sono state messe in due mezzi tubi di plastica di circa 5 cm di diametro e conservate in frigorifero per alcuni giorni, dopodiché sono state analizzate. Sul campo l'orientamento (parte alta e parte in basso) della carota era stata contrassegnata con attenzione. Dalla carota sono state estratte piccole quantità di torba a distanze regolari e il materiale è stato suddiviso e distribuito in un contenitore piatto. Sotto la guida dell'esperto e tramite l'aiuto di una pubblicazione specializzata con immagini a diversi ingrandimenti, i residui vegetali ancora in parte riconoscibili sono stati osservati prima a occhio nudo e in seguito allo stereomicroscopio; quando possibile anche al microscopio ottico. I macrofossili, diversamente dai pollini, possono essere classificati fino al livello di specie e generalmente non sono trasportati lontano dalle piante da cui provengono. Per questo permettono una ricostruzione paleoambientale più accurata della vegetazione del sito. Purtroppo per classificare tali campioni non basta premunirsi di tempo e buona volontà, ci si accorge ben presto che tali analisi sono affrontabili solamente da specialisti. Per la complessità della procedura di estrazione e per la difficoltà di identificazione, l'analisi dei pollini invece non è stata svolta. Anche in questo



Le due carote prelevate alla torbiera di Roncon.

caso agli studenti è stata fatta toccare con mano la metodologia che si utilizza per questo genere di indagini e il tipo di informazioni che è possibile ottenere dall'analisi di questi materiali. Non è un lavoro semplice, tuttavia il senso di questo approccio è stato compreso anche senza essere giunti a conclusioni certe circa l'evoluzione della torbiera di Roncon.



La pagina di una pubblicazione per il riconoscimento di macrofossili vegetali tratta da: • Mauquouy D., Hughes P. e Van Geel B., A protocol for plant macrofossil analysis of peat deposits.



Il prelievo di un campione di torba dalla carota. La preparazione del campione per l'osservazione.

La stima del carbonio accumulato

Il processo di accumulo della torba immagazzina nel suolo il carbonio e per questo le torbiere sono considerate tra i più importanti serbatoi di questo elemento.

Utilizzando i dati della profondità della torba si può stimare, con un certo margine di incertezza, la massa di carbonio accumulato attraverso questi passaggi:

- si calcola il volume della torba moltiplicando l'area per il valore medio di profondità;
- si calcola la massa di torba considerando una densità media di circa 60 kg per metro cubo;
- si calcola la massa di carbonio considerandolo circa la metà della massa totale.

Se si vuole avere una indicazione sulla massa di CO₂ sequestrata al comparto atmosferico si calcola la massa equivalente di CO₂ moltiplicando per 3,67 la massa di carbonio (la massa atomica del carbonio è 12, la massa molecolare della CO₂ è 44, quindi la CO₂ ha una massa 3,67 volte quella del carbonio).

Una stima più precisa del carbonio stoccato richiederebbe una maggior precisione nel calcolo del volume della torbiera e nell'analisi del contenuto di carbonio a diverse profondità. Il contenuto di carbonio nella torba varia infatti a seconda del tipo di torbiera (e quindi della vegetazione che ha dato origine alla torba) e della profondità (che determina l'aumento della densità negli strati inferiori).

Non dimenticando che questa stima è indicativa e considerando anche che la media di profondità per Roncon è stata calcolata su un numero esiguo di sondaggi, si possono ipotizzare questi calcoli (per l'area è stata considerata solamente la parte pianeggiante):

$$\begin{aligned} \text{volume} &= \text{area} \times \text{profondità media} = 3.500 \text{ m}^2 \times 1,10 \text{ m} = 3.850 \text{ m}^3 \\ \text{massa} &= \text{volume} \times \text{densità} = 3.850 \text{ m}^3 \times 60 \text{ kg/m}^3 = 231.000 \text{ kg} \\ \text{massa carbonio} &= \text{massa torba} \times 0,5 = 231.000 \text{ kg} \times 0,5 \\ &= 115,5 \text{ tonnellate di carbonio} \\ \text{massa CO}_2 \text{ equivalente} &= \text{massa carbonio} \times 3,67 \\ &= \text{circa } 424 \text{ tonnellate di diossido di carbonio} \end{aligned}$$

Volendo confrontare la quantità di carbonio accumulato in una torbiera e in un bosco posto ad analoga altitudine (ossia la pecceta nei nostri ambienti con circa 63 tonnellate di carbonio per ettaro), si può notare che una torbiera riesce ad accumulare molto più carbonio di un bosco, da circa 2 a 18 volte maggiore, a seconda della profondità media della torba. Nel caso di Roncon le stime arrivano a circa 330 tonnellate per ettaro, pari a circa 5 volte la capacità di una foresta di uguale superficie.

La giornata di visita a un'altra torbiera

Nel mese di giugno 2017 con la collaborazione della Rete di Riserve Fiemme-Destra Avisio e con l'intervento del forestale Andrea Bertagnolli e del biologo Daniel Spitale è stata organizzata la visita alla torbiera di Palù Longa. Si tratta di un biotopo situato nel comune di Carano (una parte è sita anche nella provincia di Bolzano) e posto a un'altitudine media di 1450 m s.l.m. Il sito presenta una parte abbastanza estesa con la vegetazione tipica della torbiera alta, con cumuli di sfagni ben rilevati (almeno quattro le specie rinvenute nella giornata di studio: *Sphagnum magellanicum*, *S. angustifolium*, *S. nemoreum* e *S. fuscum*) e altre piante rare come il mirtillo minore (*Vaccinium microcarpum*) e la ciperacea *Rhynchospora alba*; nelle piccole aree più depresse e con la falda visibile è presente anche la pianta carnivora *Drosera rotundifolia*. Altre piante più familiari sono il brugo (*Calluna vulgaris*) e alcuni tipi di alberi e arbusti come la betulla (*Betula pubescens*), il mugo (*Pinus mugus*) e il pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Nel passato una parte della torbiera ha subito alterazioni a causa del drenaggio e dell'attività di estrazione della torba. Sottoposto a tutela negli anni '80, nel biotopo è stato ripristinato l'equilibrio idrico con la conseguente formazione di uno specchio d'acqua artificiale nella zona di scavo della torba. Particolare specie rinvenuta in acqua è l'*Utricularia minor*, un'altra pianta carnivora. Altri habitat presenti sono alcune zone di molinieto

(prevalente la *Molinia caerulea*) e di canneto. In occasione di questa uscita gli studenti hanno svolto i consueti rilievi, evidenziando analogie e differenze tra i due siti e confrontandosi con specie vegetali e animali non conosciute.



Piante di *Sphagnum magellanicum* alla Torbiera di Palù Longa.

Piante di *Lycopodiella inundata* presenti nelle zone basse della Torbiera di Palù Longa.

A fianco la torbiera di Palù Longa.





**LA PROTEZIONE E LA VALORIZZAZIONE
DELLA TORBIERA DI RONCON**

L'ambiente e la tutela

La salvaguardia di zone integre e naturalisticamente pregevoli e dei relativi corridoi ecologici che le collegano funzionalmente è di fondamentale rilevanza per la conservazione di un territorio che possa mantenere tratti importanti di naturalità.

Le aree protette possono agire come riserve, veri e propri rifugi di biodiversità, permettono alle popolazioni delle zone adiacenti, se soggette a degrado ambientale di varia natura, di riprendersi da perturbazioni tramite la graduale ricolonizzazione. Costituiscono quindi una garanzia, una sorta di "assicurazione" biologica.

La protezione di habitat dove piante e animali possano continuare ad esistere presenta ulteriori vantaggi come la possibilità per le comunità locali di conoscere le peculiarità delle aree tutelate, anche attraverso la conoscenza delle diverse specie che vi dimorano. Questa occasione di apprendimento può stimolare inoltre una maggiore consapevolezza su problematiche globali come l'importanza della diversità biologica, non solo di per sé ma anche per il benessere della nostra stessa specie.

Ricerca ed educazione lavorano fianco a fianco per promuovere la conservazione.

In quest'ottica, e a scala locale, gli studenti della Scuola Ladina di Fassa, con la guida dei referenti, hanno fatto ricerca raccogliendo dati preziosi per

la conservazione del sito di Roncon. Affinché le azioni di tutela siano veramente efficaci, è importante inoltre il coinvolgimento attivo e consapevole di tutti i soggetti che in qualche modo interagiscono con il territorio, sia che lo utilizzino a fini economici, che lo abitino, o che ne fruiscono occasionalmente a scopo ricreativo. In ciò è stata la ragion d'essere del progetto *Think Nature, act local*, che è partito dai giovani per arrivare alla popolazione e alle amministrazioni locali, attraverso la divulgazione.



Proteggere un sito ed educare alla protezione.
Ci sono speranze per la Torbiera di Roncon?

Il degrado e la scomparsa delle torbiere

Le torbiere come altri ambienti umidi sono state considerate nel passato, e talvolta lo sono ancora oggi, come terreni sterili e improduttivi e per questo molti siti sono stati distrutti o comunque fatti arretrare per la necessità di sviluppo di varie attività umane.

Fino all'inizio del '900 l'utilizzo delle torbiere era in genere legato ad attività tradizionali in modalità estensive e spesso saltuarie, come la raccolta artigianale di torba, di vegetali e di frutti e, nelle zone adiacenti, anche la caccia e la pesca; generalmente tali azioni erano rispettose dei luoghi e del carattere rinnovabile delle stesse risorse. Nel tempo queste attività sono state abbandonate e molte torbiere sono state cancellate da lavori di drenaggio, interrimento e bonifica e le aree ricavate sono state utilizzate come praterie umide da foraggio o da pascolo, per l'allevamento, per l'agricoltura con la coltivazione di cereali o mais o per la riforestazione. Diffuse ampiamente nel passato, nel corso del '900 le torbiere europee hanno visto scomparire più del 60% delle aree originarie. Attualmente in generale le cause maggiori di degrado sono legate allo sfruttamento industriale della torba, sia come combustibile sia come terriccio per i vivai.



Zolle di torba in asciugatura in un impianto intensivo. Produzione industriale di torba nelle Midlands (Irlanda).

Perché proteggere le torbiere?

Considerate nel passato ambienti putridi e insalubri, l'unica azione concepibile era quella di trasformarle in aree produttive. Solo recentemente, a partire dagli anni '70-'80, è stata compresa la loro importanza come habitat peculiari, soprattutto per la loro posizione di interfaccia tra ambienti terrestri e acquatici. Esse assicurano infatti una serie di funzioni, alcune altamente specifiche, e presentano una considerevole valenza ambientale e scientifica.

Da un punto di vista biologico ed ecologico, come già illustrato, le torbiere sono habitat caratterizzati da fattori molto marcati e conseguentemente costituiscono siti di biodiversità con numerose specie infrequenti e rare che in genere non possono esistere in nessun altro ecosistema. Molte torbiere sono considerate habitat prioritario dalla relativa direttiva europea (Direttiva Habitat) e la Lista Rossa, l'elenco delle specie rare e minacciate, contiene una nutrita schiera di specie tipicamente presenti in queste zone umide.

Da un punto di vista scientifico, esse rappresentano un interessante oggetto di ricerca soprattutto per il chimismo particolare, la costante presenza d'acqua, la genesi della torba e il conseguente adattamento peculiare degli esseri viventi che le popolano. L'assenza di ossigeno permette inoltre di preservare nel tempo



Una torbiera può avere un ruolo come riserva d'acqua e come regolatore del bilancio idrico di un territorio.

e in ordine stratigrafico molti resti organici che sono oggetto di rilevanti ricerche paleoambientali, oppure di indagini storiche nel caso di antichi manufatti e resti umani.

Da un punto di vista funzionale inoltre, esse assicurano una serie di servizi ecologici fondamentali, partecipando alla purificazione dell'aria, alla filtrazione dell'acqua e al suo immagazzinamento, allo stoccaggio del carbonio e alla regolazione delle condizioni climatiche locali.

Le azioni di tutela previste per le torbiere riflettono le condizioni generali di precarietà di questo tipo di ambiente. Esse sono infatti ambienti fragili, molto vulnerabili a qualsiasi cambiamento di utilizzo del territorio, sensibili anche a bassi livelli di disturbo, come alterazioni dello stato idrico (ad esempio la captazione di acqua realizzata nelle vicinanze e il pascolamento anche solo nelle zone adiacenti) e a modificazioni naturali come l'interramento, l'erosione e l'abbassamento della falda idrica.



La torbiera alta del Lago Bianco, Parco Naturale del Monte Corno.

Ambienti fuori dal comune: il valore paesaggistico e ricreativo delle torbiere

Piccole gemme nel mosaico di ambienti, le torbiere affascinano e destano curiosità per la loro originalità come ecosistemi, per la ricchezza di specie vegetali e animali particolari e dei loro adattamenti esclusivi. In molte nazioni sono state attivate iniziative, non solo per proteggere questi siti e recuperare funzionalmente molte aree danneggiate nel passato, ma anche per fare conoscere le torbiere e svolgere un'azione di educazione e sensibilizzazione ambientale.

Esse infatti sono luoghi favorevoli a un approccio alla natura che stimoli la consapevolezza della necessità della sua conservazione perché ci narrano una storia dinamica di migliaia di anni e sono un patrimonio fragile ed estremamente vulnerabile per il quale le attività umane costituiscono una possibile forte minaccia.

Considerando le caratteristiche delle torbiere risulta necessario che l'avvicinamento e la fruizione da parte dei visitatori sia discreto, leggero, e organizzato in maniera da evitare possibili danni all'ecosistema. Alcuni siti, anche in provincia, sono stati allestiti per fornire accesso e informazioni. Alcune soluzioni strutturali e organizzative sono ad esempio la recinzione, passerelle in legno per evitare il calpestio, punti di osservazione sopraelevati, esposizioni permanenti e varie attività di accompagnamento e di divulgazione.



La valorizzazione di una torbiera tramite un percorso guidato costruito con passerella in legno.

Le minacce agli ambienti di torbiera. Quali sono e come evitarle

Le modifiche del regime idrologico costituiscono le alterazioni più frequenti e gravi perché provocano la sostituzione della vegetazione tipica con quella di ambienti più secchi. A volte è sufficiente una captazione nelle vicinanze per alterare il livello della falda e dunque l'equilibrio idrico di una torbiera.

In alcuni paesi come ad esempio in Francia e in Svizzera le azioni intraprese vanno oltre la protezione dei siti e sono stati realizzati progetti di rigenerazione di alcune aree fortemente danneggiate attraverso lo sbarramento del deflusso d'acqua, il colmamento dei canali di drenaggio e altre azioni di rinaturalizzazione.

Un'altra alterazione tipicamente frequente nelle torbiere è il danno da pascolamento in quanto gli zoccoli degli animali possono devastare la cotica torbosa. Il suolo di una torbiera, insieme alla copertura di piante e di muschi, è soffice e profondo, e per questo facilmente deformabile. Il calpestio da bestiame, se presente in numero elevato, causa compattamento e distruzione dell'idrologia tipica delle torbiere. Anche la frequentazione da parte dell'uomo dovrebbe prevedere di evitare di calpestare ripetutamente la zona di produzione della torba.

Le zone circostanti ai siti protetti, chiamate aree cuscinetto, spesso anch'esse sottoposte a vincolo, hanno lo scopo di proteggere gli stessi da influssi negativi provenienti dalle zone circostanti. In particolare



La realizzazione di un canale di drenaggio in una torbiera.

Tra i lavori di rinaturalizzazione di alcuni siti, svolti in Francia tramite il progetto *Life Tourbières du Jura*, ci sono opere di interrimento dei canali di drenaggio o, come in questo caso, di sbarramento per bloccare il deflusso dell'acqua.

per le torbiere questi disturbi possono derivare da prelievi idrici e dall'apporto di sostanze derivanti ad esempio dalla concimazione o dal pascolo. Quando i biotopi umidi confinano con terreni agricoli, viene consigliato di evitare la concimazione anche nelle zone cuscinetto, sia diretta che indiretta. La frequentazione da parte del bestiame può infatti apportare facilmente in torbiera sostanze come azoto, fosforo e zolfo, che alterano i delicati equilibri chimici esistenti e danneggiano le piante caratteristiche. Le aree adiacenti alle torbiere sono indispensabili inoltre per la sopravvivenza di alcune specie animali che trascorrono una parte del loro ciclo vitale nella fascia di transizione tra zona umida e terreni circostanti.

Anche alcune attività sportive, come lo sci nordico e l'utilizzo di mountain bike possono collidere con la protezione di alcuni siti di torbiera, perché essendo zone aperte senza bosco sono state spesso scelte per il tracciato delle piste da sci o percorsi ciclistici.



Spargimento di liquami nella zona di Roncon.

Danni per il passaggio di ciclisti in una torbiera nei pressi di Madonna di Campiglio.

La Torbiera di Roncon e l'uomo

La presenza antropica nel sito di Roncon è chiaramente percepibile. La strada statale, molto trafficata, situata a monte e a breve distanza, genera un certo disturbo, legato al rumore, soprattutto alle specie faunistiche più sensibili. Sulla strada è presente una piazzetta di sosta e nel bosco adiacente verso la torbiera si rinvengono talvolta rifiuti abbandonati.

La strada forestale che conduce alla torbiera, costruita per raggiungere i prati da sfalcio e le costruzioni presenti, ha avuto sicuramente un impatto sull'equilibrio idrologico della zona, ma sembra che la situazione nel tempo si sia stabilizzata. I due ruscelletti di deflusso, sicuramente modificati dall'uomo nel tempo sono stati finora idonei al mantenimento dell'attuale area a torbiera, ma ora si notano segni di un possibile arretramento.

La zona del sito è in parte di proprietà del Comune di Vigo (più di metà della torbiera vera e propria e la fascia boscata verso la strada provinciale) e in parte di proprietà privata. La presenza di alcune costruzioni nelle vicinanze (un tabià in legno e a distanza maggiore, due baite in parte in muratura) non è di disturbo, ma potrebbe al contrario costituire un deterrente nei confronti di visitatori poco rispettosi.

Il grande prato confinante è utilizzato in parte come zona di sfalcio e in parte come pascolo per i bovini. Questo costituisce sicuramente un fattore positivo



La *Mapa* del sito di Roncon (PAT).
La mappa del sito di Roncon (Piano Regolatore
del Comune di Vigo di Fassa).

nella ricchezza di ambienti nella zona, altrimenti prevalentemente coperta da foresta di abete rosso. Al momento del sopralluogo di ottobre 2016 nella zona degradante verso sud-est del grande spiazzo erboso erano presenti alcuni capi di bestiame all'interno di un recinto elettrificato, mentre in sopralluoghi dell'autunno 2017 altri capi erano localizzati nella zona verso sud-ovest, dove è presente un secondo abbeveratoio collegato al ruscelletto. In quest'ultimo caso l'accesso in torbiera era impedito da una recinzione elettrificata. Nella zona è inoltre presente una linea elettrica aerea con un grande traliccio.

L'area protetta come Zona Speciale di Conservazione interessa tutta la zona a monte della torbiera fino alla strada e anche una parte dell'area libera da bosco, fino quasi al colmo del dosso posto a sud.



- Dall'alto:
 - La presenza umana nella zona di Roncon, il grande prato e le due baite.
 - La presenza di bestiame a Roncon, nella zona sud-est (ottobre 2016).
 - Il filo elettrico di recinzione nella zona sud-ovest (settembre 2017).

Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. La scarsa alimentazione e il drenaggio

Alla Torbiera di Roncon le ridotte dimensioni e la morfologia stessa del sito ne accentuano la vulnerabilità e come evidenziato nella scheda *Misure di conservazione* stilata dalla Provincia, dovrebbero essere evitati tutti gli interventi in grado di modificare potenzialmente il livello della falda, quindi qualsiasi drenaggio e captazione idrica, anche nelle zone limitrofe.

La torbiera risulta anche molto vulnerabile ad alterazioni dovute alle variazioni climatiche stagionali e annuali. Durante l'estate 2017 l'aspetto della torbiera era particolarmente stentato. Nella zona a monte uno dei ruscelletti di alimentazione risultava completamente in secca e all'abbeveratoio non giungeva acqua. Molte delle pozze presenti avevano un livello idrometrico molto basso e alcune apparivano completamente asciutte. Anche i *bulten* erano sofferenti con molti sfagni disidratati e depigmentati.

La variazione del livello della falda segue naturalmente i cicli stagionali ma in questo caso sembra che la situazione stia peggiorando. Un modo per contrastare o rallentare questo fenomeno potrebbe essere la rimozione delle piccole opere di drenaggio presenti. La torbiera presenta infatti almeno un tubo di drenaggio presente a livello della strada che vi passa a fianco e che convoglia le acque verso un piccolo ruscelletto e un secondo canale artificiale di drenaggio presente



nella zona di sud-ovest, in una fascia di alberi verso il prato sfalciato.

Un'azione che si suggerisce alle istituzioni deputate alla salvaguardia dell'ambiente, l'Ufficio Biodiversità e Rete Natura 2000 e la Rete di Riserve della Val di Fassa, è di valutare alcune semplici opere per limitare il deflusso, sia nella parte a ovest, interrando il dreno presente nella fascia di alberi verso il prato, sia nella parte rivolta verso la strada, con l'installazione di una paratia, che possa innalzare la soglia del deflusso migliorando così l'equilibrio idrico. A valle la pavimentazione della strada potrebbe essere sistemata a un livello leggermente rialzato, con un canale di drenaggio in forma di canaletta, che consentirebbe il deflusso superficiale solo quando l'acqua è a livelli ottimali. Tali opere, come confermato dallo stesso Ufficio Biodiversità e Rete Natura 2000, potrebbero determinare un miglioramento della dinamica idrologica. Inoltre questi interventi potrebbero essere realizzati con una spesa contenuta e a tutto vantaggio anche delle persone che utilizzano a fini economici o ricreativi la zona di Roncon, in quanto anche la strada di accesso ne risulterebbe migliorata.

Nella pagina a fianco: alcune delle pozze, quasi completamente prosciugate (luglio 2017).

Un *bulten* con molti sfagni secchi.

Dall'alto: il dreno dalla strada nella zona est.

La zona da sistemare verso la strada: si nota il tubo di scarico sotto strada e la grande pozzanghera quasi sempre presente.

Il dreno nella zona di sud-ovest.



Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. I danni da pascolamento

La Torbiera di Roncon è un ambiente molto vulnerabile e delicato e la presenza di pascolamento, anche se stagionale, può danneggiare gravemente l'ecosistema. Durante i sopralluoghi si è potuto osservare come la zona abbia subito considerevoli modificazioni a causa del calpestio eccessivo, soprattutto nella zona intorno all'abbeveratoio e verso la zona sud-ovest, quella con maggiore pendenza. La stazza del bestiame infatti fa sprofondare gli animali nella torba facendo degenerare gli sfagni e i muschi e causando la formazione di buche semipermanenti e profonde. Una volta danneggiata in superficie, la coltre torbosa può essere soggetta a fenomeni erosivi, più accentuati se l'area ha una certa pendenza che ne favorisce il ruscellamento.

Nonostante in torbiera siano stati rinvenuti nell'ottobre 2016 resti di una recinzione elettrica, questa non sembra essere stata sufficiente a impedire ingresso e passaggio da parte degli animali. La recinzione presente nella zona di sud-ovest nell'autunno 2017 aveva un percorso migliore per mantenere il bestiame fuori dalla torbiera e gli animali potevano utilizzare un abbeveratoio secondario, posto più lontano dalla zona delicata, anche se comunque nella zona protetta.

Il suggerimento gestionale più semplice che si può avanzare è, come presentato nella parte dedicata alla valorizzazione, allestire una recinzione in legno, che insieme a una passerella rialzata, potrebbe sollevare

gli allevatori dalla necessità di controllare il bestiame e contemporaneamente consentire una visita adeguata. La soluzione di un robusto recinto era già stata prospettata nella scheda delle *Misure di conservazione* di Roncon.



Evidenti danni da pascolamento alla torbiera di Roncon,
e successiva erosione della torba.

Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. Un taglio del bosco inopportuno?

Nel mese di ottobre 2016 la torbiera appariva ai nostri occhi (e orecchie) un'oasi di quiete e di tranquillità, schermata com'era da una zona di bosco che mitigava il disturbo arrecato dalla vicinissima strada che porta al Passo di Costalunga e che ne impediva completamente la vista.

Il bosco per la torbiera rappresentava non solamente un pregio estetico ma anche una utile zona cuscinetto, di protezione e dall'effetto tampone, in questo caso soprattutto rispetto alla strada. Per questo motivo le *Misure di conservazione* del sito stilate dalla Provincia ne sottolineano l'importanza per il valore ecologico/funzionale dell'intera area protetta e caldeggiavano di lasciarlo ad un'evoluzione naturale, senza nemmeno l'asporto del legno morto.

Nella primavera del 2017 sono stati svolti dal Corpo Forestale alcuni lavori di taglio del bosco, a seguito della richiesta da parte del Comune di Vigo (ente proprietario dell'area boscata). Tali opere sono state effettuate su alcune fasce a valle della strada per una motivazione di ordine scenico-panoramico, sostanzialmente per rendere visibili alcuni scorci sulla valle da chi percorre la statale.

L'operazione ha purtroppo interessato anche l'area sottoposta a tutela, che racchiude non solamente la torbiera in senso stretto ma anche l'erta fascia di rispetto a monte, fino alla strada stessa.



La zona di Roncon prima del diboscamento. Si nota a monte della torbiera la copertura di bosco a larici e pecci che impediva la vista della strada.

Da un confronto con gli studenti, sono emerse alcune considerazioni circa l'opportunità di aver eseguito un intervento non coerente con gli obiettivi di conservazione del sito e tra l'altro per una motivazione comprensibile, ma tuttavia discutibile visto che è stata rimossa l'unica barriera a protezione dalla soprastante strada trafficata.

Ci auguriamo che le conseguenze sul biotopo non siano tali da causarne ulteriori difficoltà. La rimozione di questa fascia boschiva di protezione avrà certamente delle conseguenze negative sulla fauna più schiva, che tendenzialmente evita le zone libere a ridosso delle strade.



La zona di Roncon dopo il diboscamento.

Come si può rimediare a questa situazione? È vero che l'ambiente si può riprendere presto ma forse è opportuno operare attivamente per ripristinare la funzione di protezione del bosco sul sito.

Nel corso di un sopralluogo realizzato con i forestali del Distretto di Cavalese svoltosi nell'ottobre 2017 si è discusso sulla possibilità di ripulire la fascia del taglio dai residui di legname e provvedere nel corso del 2018 a un parziale rimboschimento della zona del biotopo da realizzarsi con la partecipazione degli studenti della Scuola Ladina. A tal proposito si ringrazia l'Ufficio Distrettuale Forestale per la disponibilità verso questa azione di ripristino di forte valenza etica, nonché educativa e didattica.



La torbiera risulta ora completamente esposta verso monte.

Alcune minacce a Roncon e le possibili soluzioni. Sporadici atti di leggerezza

Alcuni nostri atti e comportamenti che si ripercuotono nei confronti dell'ambiente derivano solamente dalla scarsa conoscenza della gravità delle loro conseguenze su specie animali o vegetali, sugli ecosistemi in generale e sugli habitat più vulnerabili, nonché dalla mancanza di informazione riguardo le norme di legge che riguardano le aree, gli habitat e le specie protette.

Anche nel nostro piccolo abbiamo potuto notare vari eventi poco edificanti per quanto riguarda l'ambiente della torbiera. Anche piccoli gesti come questi sono da testimoniare per sensibilizzare a una maggiore consapevolezza e responsabilità.

In un sopralluogo avvenuto nel settembre 2017 abbiamo riscontrato alcune tracce nel sito di Roncon: la piattaforma in legno (da tempo presente) allestita con tavola e panche, l'erba tagliata fino quasi alla pozza posta a sud e i rifiuti dello sfalcio accumulati in torbiera, una pesante struttura per il barbecue installata direttamente sopra un cumulo di sfagni, che ricordiamo essere pianta tutelata dalla Direttiva Habitat perché tipica dell'habitat prioritario della torbiera alta.

La pedana stabilmente presente a Roncon.
La pesante struttura appoggiata sul cumulo di sfagni.



Una bella e piacevole giornata in compagnia all'aria aperta e con un comodo, quanto sfortunato, cumulo di sfagni utilizzato come base per preparare la grigliata. Siamo sicuri che tali azioni, come anche il fatto che siano stati piantati alcuni piccoli alberi in torbiera, risultino, come detto, solamente dalla scarsa conoscenza delle pregevoli caratteristiche dell'area. Siamo inoltre convinti che la divulgazione e l'educazione possano portare un grande contributo alla risoluzione di queste piccole problematiche.

A fianco: il *bulten* completamente distrutto (localizzazione e dettaglio).
Dopo lo sfalcio, l'accumulo dei resti in torbiera.

Sotto: i piccoli alberi piantati.



L'importanza dei confini del sito protetto

La torbiera e i terreni circostanti sottoposti a tutela sono in parte di proprietà privata, mentre più di metà della torbiera, il versante a nord e il pendio a sud-ovest sono di proprietà comunale. Per tutelare la torbiera è auspicabile che i suoi confini e quelli della zona cuscinetto possano essere riconosciuti e rispettati.

Lo sfalcio realizzato nella zona limitrofa rappresenta sicuramente un fattore positivo in quanto contribuisce a sfavorire o almeno a ritardare l'ingresso in torbiera di specie non desiderate, come le specie tipiche dei prati abbandonati, compresi arbusti e alberi. Tale sfalcio sembra svolgersi però troppo a ridosso delle zone a sfagno e comunque in zone dove è presente il tappeto di muschi.

La Scuola Ladina di Fassa chiederà ai proprietari o a chi utilizza la radura di Roncon di condividere con gli studenti la preoccupazione per questo sito e di evitare di sfalcia nella zona di prato posta nelle immediate vicinanze della zona umida. La rinuncia allo sfalcio di pochi metri quadrati non avrebbe svantaggi economici significativi, anche perché le piante presenti sono poco appetibili ai bovini. Si comprende l'interesse dei proprietari nei confronti della produttività agricola dei loro terreni, ma si auspica che possano considerare l'importanza ecologica del sito e le necessità della sua tutela.

Gli accordi adottati da alcune nazioni, ad esempio la

Svizzera, che ha istituito fondi speciali chiamati di "compensazione ecologica" per risarcire gli agricoltori che rinunciano ad utilizzare alcune superfici nei siti di loro proprietà soggetti a tutela, appaiono come esempi di positive soluzioni ai contrasti che possono insorgere tra le persone che utilizzano il territorio con le loro aziende e la necessità di proteggere le ultime zone che presentano habitat peculiari e rari come in questo caso.



La zona sfalcia giunge a ridosso della torbiera, in particolare nella zona degli sfagni (ottobre 2016 e settembre 2017).

Alcune proposte per proteggere ulteriormente il sito

Oltre all'allestimento di un robusto recinto permanente che possa impedire totalmente l'ingresso in torbiera del bestiame al pascolo o di altri animali, un altro aspetto legato al pascolamento è la presenza di una fontana per l'abbeveraggio del bestiame. Si trova nella parte rivolta verso monte e costituisce la ragione principale del passaggio degli animali. Con l'allevatore che frequenta la zona si potrebbe concordare l'utilizzo solamente del secondo abbeveratoio che si trova in basso nella zona di sud-ovest e raccoglie le acque del ruscellamento in uscita dalla torbiera, oppure l'allestimento di un nuovo abbeveratoio in un'altra zona lontana dai settori delicati della zona umida, utilizzando non l'acqua che entra in torbiera, bensì l'acqua che esce dal ruscello verso la strada forestale, impedendo in questo modo al bestiame di entrare nel luogo protetto.

Azioni di tutela svolte in altri siti come quello di Palù Longa in Val di Fiemme potrebbero essere prese come esempi di buone pratiche e valutate se opportune anche nel sito di Roncon. Alla Palù Longa sono stati parzialmente ostruiti i canali di drenaggio dell'area e la zona, precedentemente utilizzata per ricavarne la torba, è stata allagata, con la formazione di un piccolo specchio d'acqua. Nello stesso sito si sta valutando se scavare alcune piccole aree per aumentarne la diversità e se tagliare alcuni alberi presenti in un'ampia zona di rinnovazione.

Durante il sopralluogo a Roncon con i forestali del Distretto è stato discusso anche sulla possibilità di alleggerire la presenza di alberi nella zona più interna della torbiera, perché nel tempo le radici possono sollevare il substrato torboso, danneggiando la tipica vegetazione.



La torbiera vista da valle con a destra i due abbeveratoi collegati alla sorgente posta a monte.

L'abbeveratoio principale di Roncon.

Il secondo abbeveratoio nella zona sud-ovest della torbiera.

La proposta di valorizzazione

La torbiera di Roncon è un sito di modeste dimensioni ma denso di interesse che presuppone alcune conoscenze di base fondamentali per poter essere apprezzato da residenti e visitatori. Il valore di questo tipo di ecosistema non è infatti immediatamente leggibile e può risultare difficile comprenderlo senza essere guidati da persone esperte. La fortuna di aver potuto svolgere questo progetto sotto la guida di uno specialista ha permesso al gruppo di studio di superare questi ostacoli e di cimentarsi, almeno parzialmente, nella ricerca scientifica e nella trasmissione di quanto intrapreso e svolto.

Come conclusione del percorso si propone agli enti che si occupano della tutela del territorio, in particolare alla Rete di Riserve della Val di Fassa, di non dimenticare questa piccola gemma d'acqua nel proprio territorio e di permettere a chiunque voglia visitarla di apprezzarla al meglio, avvicinandosi "in punta di piedi" e carpando qualcuno dei suoi segreti.

Per fare ciò si propone di allestire un percorso di visita su passerella rialzata in legno, da affiancare alla staccionata già nominata, da installare su una parte del perimetro della torbiera. Questo permetterebbe da un lato di recintare la zona e sollevare gli allevatori dalla necessità di sistemare la recinzione elettrica, dall'altra di svolgere un percorso attorno all'area, senza arrecare danni per calpestio. Tali opere dovranno avere un



La valorizzazione di una torbiera in un parco naturale francese. ©Stéphane Gavoye.

carattere essenziale e minimalista per non svilire la naturalità del sito.

A monte si propone una torretta di osservazione rialzata, più leggera di quella realizzata presso il Lago Nero di Capriana, per consentire una visione dall'alto del mosaico dei vari microhabitat presenti. Tale zona potrebbe essere resa raggiungibile direttamente con un breve sentiero anche dalla piccola zona di sosta presente sulla strada provinciale a monte della zona di Roncon.

A intervalli lungo il percorso possono essere allestiti alcuni pannelli di approfondimento e parti della passerella potrebbero essere scolpite ad arte per trasmettere più efficacemente ed emotivamente i messaggi proposti.

La passerella potrebbe essere il tramite anche per consentire a visitatori non vedenti di apprezzare questo ambiente, con l'inserimento di alcune parti intagliate e con testi in braille.



La valorizzazione al Lago Nero realizzata dalla Rete di Riserve Alta Val di Cembra-Avisio.

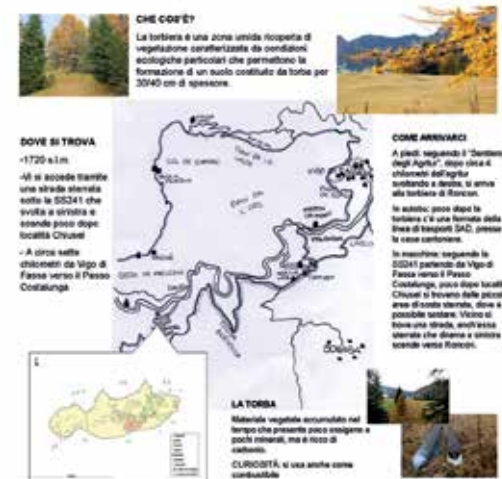
La proposta per un nuovo itinerario

La torbiera di Roncon è raggiungibile tramite la strada sterrata che parte dalla strada provinciale, lungo la quale si può trovare parcheggio per poche auto.

Per permettere un percorso più completo e interessante si propone un itinerario che colleghi i paesi di Vigo, Soraga e Moena a Roncon e al Passo di Costalunga, attraverso strade sterrate e sentieri già esistenti. La visita potrà così essere svolta all'interno di un percorso di una giornata intera, poco impegnativo e ricco di spunti di osservazione, oppure solamente una lunga passeggiata dal Costalunga ai paesi, dopo aver raggiunto il passo utilizzando i mezzi pubblici.

All'itinerario, attualmente in fase di studio da parte degli studenti della Scuola Ladina di Fassa, manca solamente un breve sentiero che possa collegare la strada di Roncon con la strada di Chiusel e la segnaletica sul sentiero che congiunge Roncon alla strada forestale visibile in mappa. Sono in corso contatti con la sezione locale della Sat per la valutazione della fattibilità del percorso.

Bozza della brochure dedicata, curata da alcuni studenti dell'indirizzo Linguistico.



Le ultime azioni del progetto, i ringraziamenti e il saluto degli studenti

Il progetto *Think Nature, act local* e lo studio della Torbiera di Roncon ha occupato gli studenti coinvolti per più di un anno, da ottobre 2016 a fine 2017. È stata molto preziosa la disponibilità e la continua collaborazione con il biologo Daniel Spitale che ha guidato i ragazzi nella ricerca scientifica e lo si ringrazia ulteriormente per la sua passione nel comunicare un vasto bagaglio di conoscenze anche pratiche. Tutti noi abbiamo così potuto conoscere e toccare con mano aspetti spesso trascurati ma interessantissimi di biologia.

I contatti e i confronti avuti con la Rete di Riserve della Val di Fassa, con l'Ufficio Biodiversità e Rete Natura 2000 e con il Distretto Forestale di Cavalese hanno reso tale progetto più significativo per gli studenti e li hanno resi partecipi in prima persona ad azioni concrete di tutela dell'ambiente. Si ringraziano per questo i responsabili Mara Nemela, Lucio Sottovia e Bruno Crosignani.

Si ringrazia per la sua disponibilità e competenza Andrea Bertagnolli, coordinatore della Rete di Riserve Fiemme-Destra Avisio, che ci ha accompagnato alla visita del biotopo di Palù Longa.

Si ringrazia inoltre Evelyn Bortolotti dell'Istituto Culturale Ladino per la ricerca di informazioni e l'Apt della Val di Fassa per la disponibilità alla collaborazione per la distribuzione della brochure (in fase di realizzazione).

Un grazie anche ad Alfredo Weiss e al gruppo locale della Sat per l'interesse nel nuovo itinerario.

All'interno della Scuola Ladina di Fassa si esprime riconoscenza alla Sorastant Mirella Florian per il costante incoraggiamento e si ringraziano Michele Scala per il suo intervento con gli studenti sulla tutela ambientale e la biodiversità e in particolare Fiorella Brunel e Stephanie Ghetta per l'egregio lavoro dedicato alla grafica e all'impaginazione di questa pubblicazione.

Il progetto prevede nei prossimi mesi il completamento della documentazione e soprattutto la restituzione alla popolazione e alle amministrazioni dello studio e delle proposte.

Come impegno per il futuro la Scuola Ladina intende richiedere al Comune di Vigo e agli altri proprietari di poter stilare una convenzione per gestire direttamente la Torbiera di Roncon, promuovere il progetto di tutela presso la Rete di Riserve della Val di Fassa e gestire ulteriori studi e ricerche, azioni di monitoraggio e protezione ambientale e soprattutto di educazione e di divulgazione presso il sito.

Ci auguriamo che questo piccolo contributo da parte della Scuola Ladina di Fassa possa essere un punto di partenza per la tutela del sito di Roncon e per la sua valorizzazione.

Gli studenti alla Torbiera di Roncon. Sarà parte anche del nostro prossimo futuro?



Gli altri documenti stilati nel corso del progetto

Nel corso del progetto sono stati curati anche altri prodotti:

- la brochure di visita alla Torbiera di Roncon, in italiano, inglese e tedesco (in fase di realizzazione) è stata curata dagli studenti della classe 3LLLA e della classe 3LLLB, anno scolastico 2016-17: Elena Baldessari, Valeria Baldessari, Alice De Godenz, Ilaria Dellantonio, Arianna Finco, Valeria Mazzel, Evelyn Pederiva, Christian Soraperra e Tommaso Mich

e inoltre:

- il video di presentazione è stato curato da Luca Bortolotti e Edoardo Mich per le riprese e da Giacomo Panozzo per il montaggio
- le riprese con il drone durante il sopralluogo sono state svolte da Alessandro Chiocchetti
- la mappa schematica del sito con i diversi microambienti cartografati dagli studenti è stata compilata da Marcello Lancietti
- le cartografie e i dati georeferenziati relativi a: spessore dello strato torboso, analisi dei campioni di acqua prelevati, rilievi delle specie vegetali e loro abbondanza relativa in riferimento ai valori di pH e di profondità della falda idrica
- i dati raccolti a Palù Longa.

La versione digitale della presente pubblicazione e i documenti elencati insieme alla cronistoria del progetto e a ulteriori fotografie e video saranno disponibili sul sito della Scuola Ladina di Fassa:

<http://www.scuoladifassa.it/>.

Ringraziamenti ai partecipanti al progetto

Gli autori ringraziano di cuore tutti gli studenti che hanno partecipato, per il loro impegno, la voglia di imparare, l'allegria e la creatività.

Luca Bortolotti
Gabriel Chiocchetti
Nicole Delugan
Giacomo Fontanive
Edoardo Mich
Giacomo Panozzo
Gabriele Pederiva
Martin Pederiva
Thomas Pederiva
Davide Rasom
Matteo Rigoni
Giuliano Talmon
Annis Zeni

Riccardo Bernardi
Alfredo Carbonara
Alessandro Chiocchetti
Cesare Giroto
Ester Zulian
Elena Baldessari
Valeria Baldessari
Alice De Godenz
Ilaria Dellantonio
Arianna Finco
Valeria Mazzel
Evelyn Pederiva
Christian Soraperra
Tommaso Mich

Andrea Zanon
Federica Vanzetta
Felicetti Mattia
Samuele Brigadoi
Christian Morandini
Patrick Paluselli
Nicola Selle
Giorgio Vianello
Nicola Tabiadon
Elisa Vanzetta
Virginia Valentini
Mauro Zeni
Manuel Bellante

Bibliografia consultata e documenti per approfondire il tema delle torbiere

- *Aree protette della Provincia Autonoma di Trento*, <http://www.areeprotette.provincia.tn.it>
- Direttiva Habitat, <http://www.minambiente.it/pagina/direttiva-habitat>
- Joosten H. e Clarke D., *Wise use of Mires and Peatlands - Background and Principles including a framework for decision-making*. International Mire Conservation Group, 2002.
- Lasen Cesare, *Habitat Natura 2000 in Trentino*. Trento, 2006.
- *Life Tourbières du Jura*, <http://www.life-tourbieres-jura.fr>.
- Mauquouy D. e Van Geel B., *Mire and Peat Macros*. Plant macrofossil method and studies, Elsevier, 2007.
- Minelli A. (a cura di), *Le torbiere montane - relitti di biodiversità in acque acide*. Quaderni Habitat. Museo Friulano di Storia Naturale, Udine. 2004.
<http://www.minambiente.it/biblioteca/i-quaderni-habitat-collana>.
- Oechel, W. C. et al., *Recent change of Arctic tundra ecosystems from a net carbon dioxide sink to a source*. Nature, 361, 1993.
- *Piano Regolatore Generale*, Comune di Vigo di Fassa,
<http://www.comunedivigo.net/index.php/uffici/ufficio-tecnico>.
- *Pôle-relais tourbières*, <http://www.pole-tourbieres.org>.
- *Rete Natura 2000*, <http://www.minambiente.it/pagina/rete-natura-2000>.
- Roncon: *Mappa del sito, Misure di conservazione e Formulario dei dati*. PAT, [http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ ecologica_europea_Natura_2000/natura_2000/pagina338.html](http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ecologica_europea_Natura_2000/natura_2000/pagina338.html).
- Spitale D., *Lo stato di conservazione delle torbiere dell'alta Val Rendena (Parco Naturale Adamello Brenta)*. Dendronatura 33(2), 2012.
- Spitale D., *Le torbiere, ambienti di eccezionale valore naturalistico*. Adamello Brenta Parco, 16(2), 2012.
- Spitale D., *Valutazione dello stato di integrità di alcune torbiere del Tonale, del Comune di Brez e Bresimo mediante l'analisi della distribuzione delle briofite*, 2013.
- Spitale D., *Lo stato di conservazione di alcune torbiere del Trentino occidentale e stima del carbonio accumulato*. Dendronatura 35(2), 2014.
- *Torbiere e paludi e la loro protezione in Svizzera*. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, Berna, 2002, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/biodiversita/pubblicazioni/pubblicazioni-biodiversita/torbiere-e-paludi-e-la-loro-protezione.html>.
- *Tourbières, trésors cachés de la montagne jurassienne*. Life tourbières du Jura, <http://www.life-tourbieres-jura.fr/images-film-page.html>.
- *Trésor des Tourbières*. C'est pas sorcier, France Télévisions, <https://www.youtube.com/watch?v=5Tz-m1yMRUK>.

Riferimenti immagini

Oltre alle fotografie di ambienti e dettagli locali, sono state utilizzate anche altre immagini, di licenza libera CC0 Public Domain, in gran parte tratte da Pixabay e Wikipedia.

Per alcune immagini si ringraziano sentitamente gli autori per l'autorizzazione a utilizzarle gratuitamente: Daniel Spitale, l'International Peat Society, Marek Miś, Enrico Rossi, Stéphan Gavoye, l'illustratore Seppo Leinonen (www.seppo.net), il prof. Peter Lafleur del progetto The Blue Lab alla Trent University e il prof. Dmitri Mauquoy dell'Università di Aberdeen.

p. 7, 15(1 e 2), 19(2), 21(1), 25(1), 27(1), 28(3), 29, 59(1), 62(2, 3, 4, 5), 66(1), 74(1), 75(2): Daniel Spitale;

p. 9: Ragesoss, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4334841>;

p. 12: E. Lappalainen, *Global Peat Resources*, 1996, International Peat Society, Jyskä;

p. 22(1): Denis Barthel (da Wikipedia, Creative Commons, Attribution-ShareAlike 3.0 Unported);

p. 23(1): Hermann Schachner (Own work) [CC0], via Wikimedia Commons;

p. 23(2): Marek Miś, <http://www.mismicrophoto.com>;

p. 27(2): Christian Fischer, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15683274>;

p. 30(2): Enrico Rossi;

p. 32 e 33: Seppo Leinonen, cartoon, www.seppo.net;

p. 34(1): da Amthor et al., 1998, <http://www.willraap.org/2012/06>;

p. 34(2): The Blue Lab, https://www.trentu.ca/academic/bluelab/research_merbleue.html;

p. 59(2): *Aulacomnium palustre* di Kristian Peters - Fabelfroh, CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>), via Wikimedia Commons;

p. 59(3): *Sphagnum fuscum* di Sten Porse (Own photo, taken in Jutland.) CC BY-SA 2.5-2.0-1.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5-2.0-1.0>), via Wikimedia Commons;

p. 59(4, 5, 7, 9): *Plagiomnium ellipticum*, *Polytrichum strictum*, *Palustriella commutata*, *Scorpidium revolvens*, di Hermann Schachner (Own work) [CC0], via Wikimedia Commons;

p. 59(6): *Calliergonella cuspidata* di Michael Becker - CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>), via Wikimedia Commons;

p. 59(8): *Climacium dendroides* di Krzysztof Ziarnik, Kenraiz (Own work) [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons;

p. 64(1): *A protocol for plant macrofossil analysis of peat deposits* di D. Mauquoy, P.D.M. Hughes and B. van Geel, Mires and

Peat, Volume 7 (2011-12). Da www.researchgate.net;
p. 70(2): By Sarah777 - Own work, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3203012>;
p. 74: <http://www.life-tourbieres-jura.fr/images-travaux-page.html>;
p. 87: Stéphan Gavoye, <http://stephane-gavoye.fr/>.

Questo lavoro, il testo e le immagini degli autori sono distribuite con la licenza:



Creative Commons License BY-NC-ND.

Attribuzione, Non commerciale, Non opere derivate.

Per visionare una copia di questa licenza, visitare <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Per ulteriori informazioni: segr.scuolaladinadifassa@scuole.provincia.tn.it