

BIODIVERSITA'
E
CAMBIAMENTO CLIMATICO
IN PIEMONTE

QUALI IMPATTI?
QUALI SOLUZIONI?

TITOLO: IMPATTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SULLA BIODIVERSITÀ VEGETALE

RELATORI:

ENRICO RIVELLA

ARPA PIEMONTE – STRUTTURA VALUTAZIONI AMBIENTALI

GIUSEPPE BOGLIANI

UNIVERSITÀ DI PAVIA

Cambiamenti climatici e biodiversità vegetale

Tavolo di confronto

Torino, 19 novembre 2019



19 Novembre


Regione Piemonte, Via Principe Amedeo, 17

- 09.00 - Accoglienza e Registrazione
- 09.15 - Benvenuto e presentazione della SRCC
Jacopo Chiara - Regione Piemonte
- 09.30 - Scenari climatici in Piemonte
Renata Pelosini - Arpa Piemonte
- 09.45 - Biodiversità vegetale in Piemonte
Consolata Siniscalco - Università di Torino
- 10.00 - Tavoli di confronto
- 14.30 - Restituzione dei risultati

Metodologia

 **Danni diretti**

 **Distribuzione
spaziale**

 **Composizione delle
comunità e interazioni
interspecifiche**

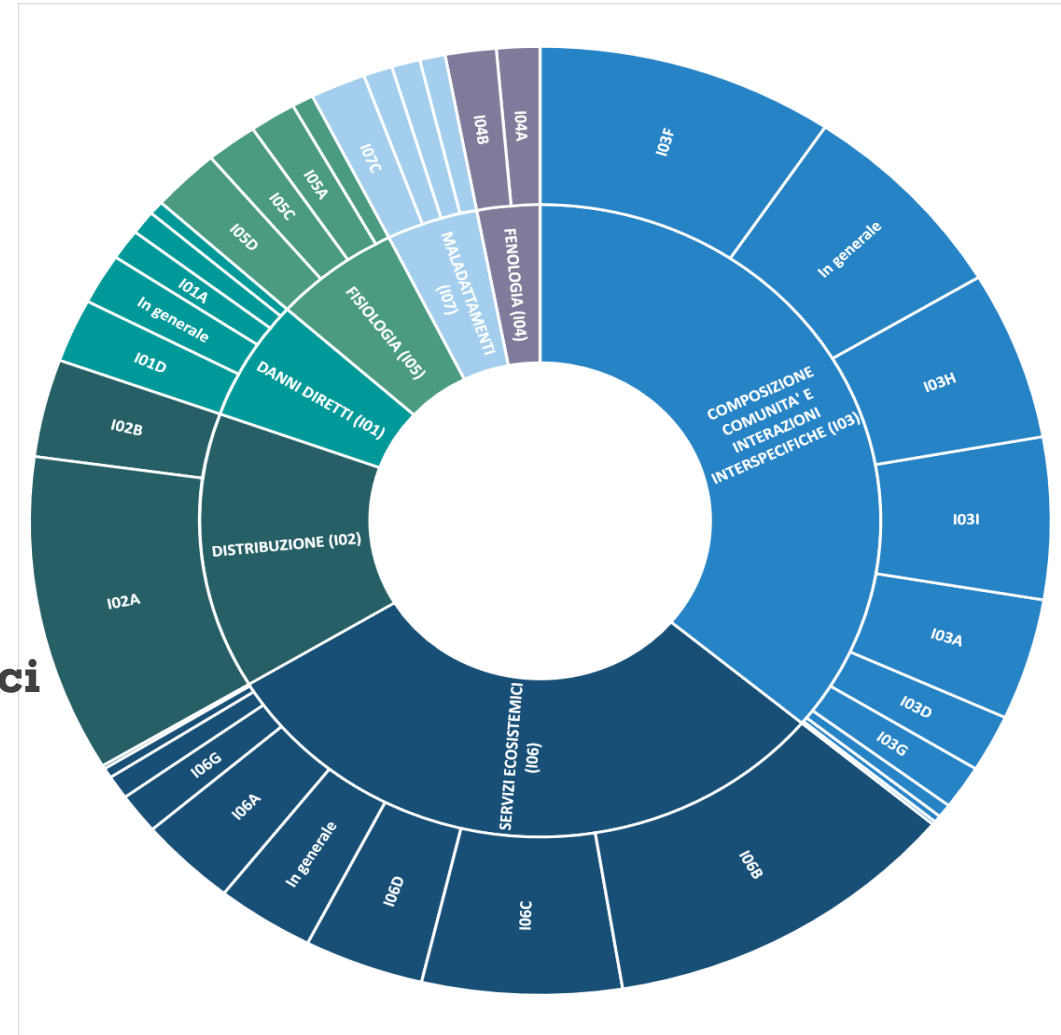
 **Fenologia**

35
impatti
proposti

 **Fisiologia**

 **Servizi ecosistemici**

 **Maladattamenti**





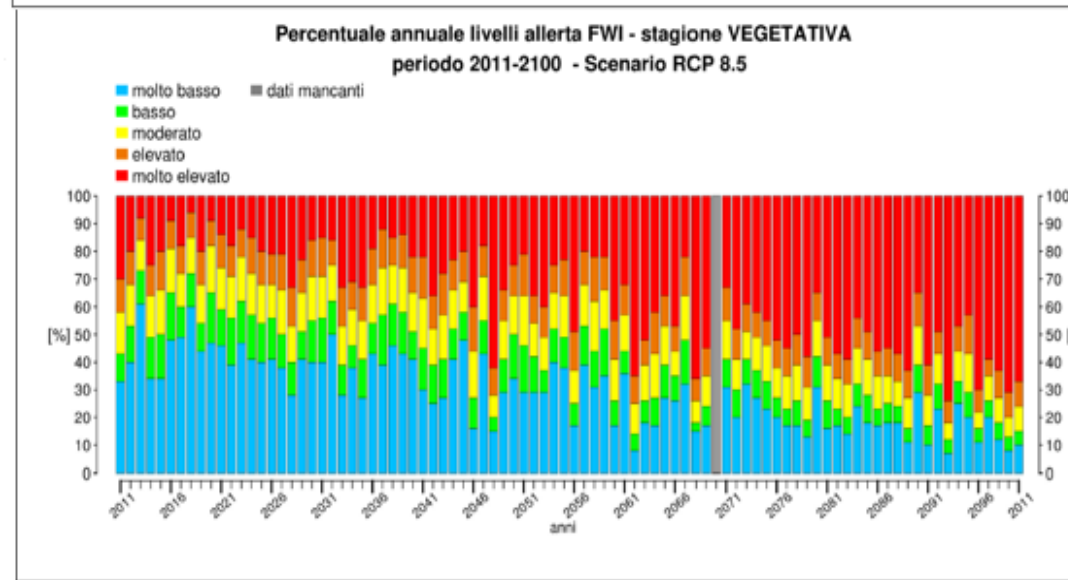
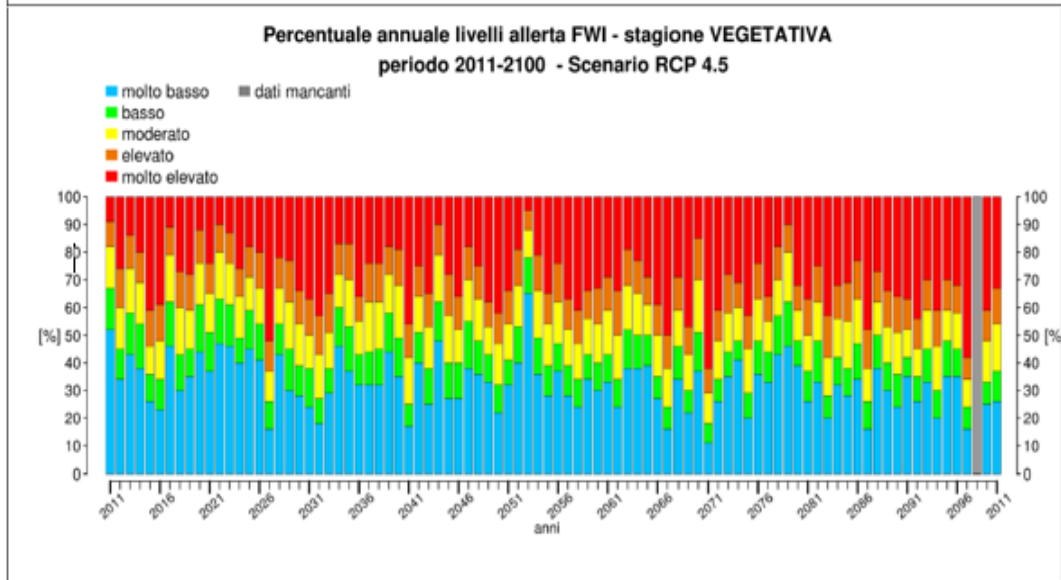
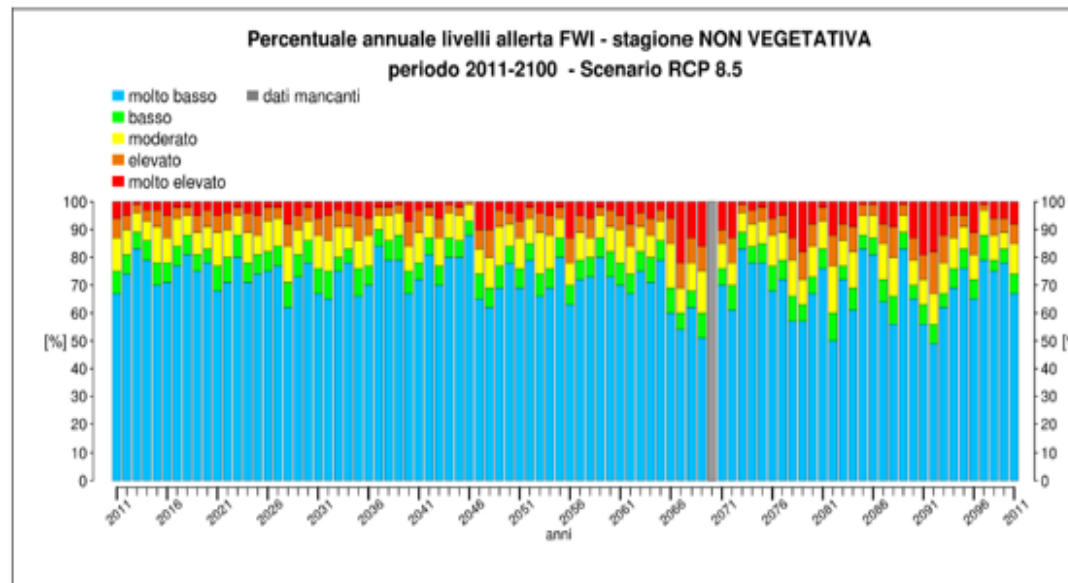
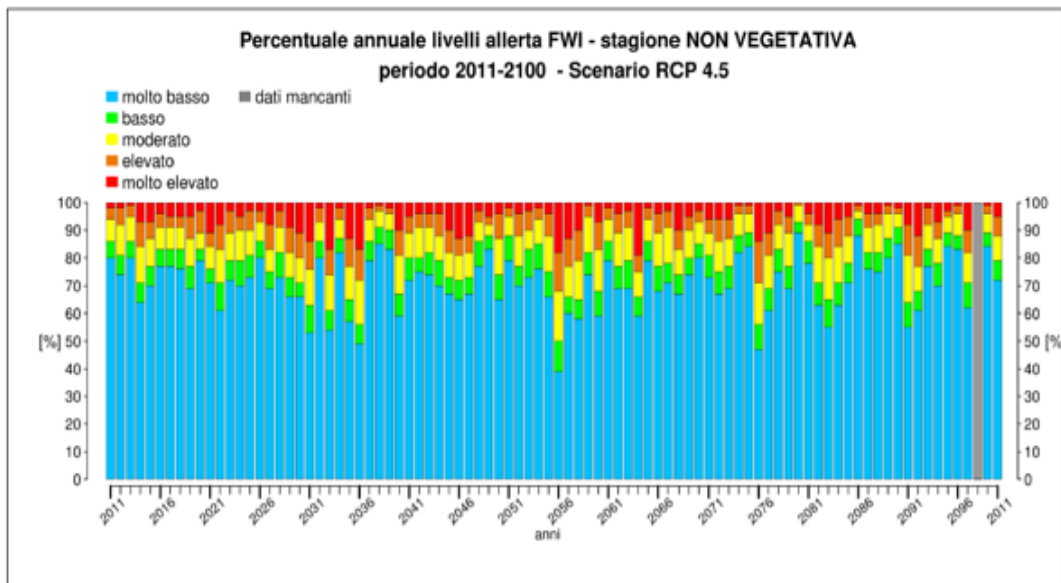
Danni diretti

| | | |
|---|--|--|
| Sradicamenti e schianti di alberi causati dal vento | Forti raffiche vento causano sradicamenti e schianti di alberi con maggiore frequenza e intensità | Superficie soggetta a schianti per anno Volume di legno schiantato da vento e neve per anno |
| Danni diretti da temperature estreme e stress idrico | Lo stress idrico, legato a temperature maggiori e periodi di siccità più frequenti e lunghi, crea danni alla vegetazione: l'aumento delle temperature e la diversa distribuzione delle precipitazioni durante il corso dell'anno porteranno infatti a periodi di deficit idrico e conseguente siccità, con ripercussioni negative sulla fisiologia della vegetazione. Parallelamente, aumentano in frequenza e intensità le temperature massime estreme, comportando maggiori danni diretti sulla fisiologia della vegetazione. A causa di questo stress, l'accrescimento della vegetazione subisce delle variazioni. Si notano danni diretti sulle foglie e sui ricacci più giovani, con disseccamenti rameali. | Trend in serie storiche dell'evapotraspirazione della vegetazione in ambiente naturale sull'intera regione Numero di episodi di deperimento da siccità e ondate di calore |
| Danni diretti da incendi | Con le nuove condizioni meteo-climatiche incrementano frequenza e severità degli incendi e di conseguenza i relativi danni sulla vegetazione. Aumenta anche la propensione al rischio. | Superficie percorsa da incendi per anno (territori boschivi e/o tutti gli incendi) Numero grandi incendi (> 500 ha) Data innesco degli incendi Variazioni del Fire Weather Index (e suoi sottoindici, soprattutto FFMC) |
| Danni da ozono troposferico | Le reazioni fotochimiche che portano alla formazione di ozono sono favorite dall'irraggiamento solare intenso e dalle temperature elevate. I cambiamenti climatici rischiano quindi di intervenire in questo meccanismo, favorendo un incremento delle concentrazioni di ozono e i relativi danni alla vegetazione, come i danneggiamenti all'apparato fogliare che inducono senescenza precoce. | Aot 40 (per vegetazione e foreste)/ POD (Phytotoxic ozone dose) Percentuale di danni ozone-like lungo transetti vegetazionali su margine boschivo secondo la metodica LESS |
| Danni causati dal degrado del suolo | Le precipitazioni intense, sempre più frequenti, determinano un incremento dei fenomeni erosivi del suolo, con effetti sul soprasuolo vegetazionale. Questo fenomeno è evidente anche lungo i corsi d'acqua a causa dei fenomeni alluvionali. | Danni alla vegetazione per frane e scivolamenti planari Rarefazione dell'habitat 91E0* per l'incremento di processi idro-morfologici estremi e per i disalvei |



Incendi in Val Susa, ottobre 2017

Percentuale della frequenza di occorrenza dei diversi livelli di pericolo di incendio boschivo in ogni anno, dal 2011 al 2100, nella stagione non vegetativa (in alto) e vegetativa (in basso), negli scenari RCP4.5 (sin.) e RCP8.5 (dx).



La sofferenza degli ontaneti e i cambiamenti delle tecniche risicole





Distribuzione spaziale

Spostamento della distribuzione altitudinale di specie e habitat montani

Spostamento della distribuzione altitudinale (verso quote maggiori) di popolazioni di specie vegetali sensibili - direttamente o indirettamente - allo stress termico. L'impatto è evidente nei territori montani, dove lo spostamento delle specie incontra la criticità della riduzione dello spazio disponibile quote maggiori. Lo spostamento verso quote superiori sfrutta diversi meccanismi di propagazione; sono facilitate le specie vegetali dotate ad esempio di spore, semi con pappi e quelle che si affidano al trasporto endozoocoro. Spesso la velocità delle specie nel seguire lo spostamento del relativo gradiente termico è inferiore alla velocità di spostamento del gradiente stesso.

L'estensione e la presenza di alcuni habitat erbacei alpini, può variare in seguito a questi spostamenti di specie e soprattutto a causa della risalita della treeline. Un habitat particolarmente a rischio è quello delle vallette nivali. Quest'impatto risulta essere fortemente influenzato dalla riconquista del bosco nelle aree in cui è diminuita l'attività antropica.

Variazioni di quota di specie vegetali termosensibili in ambiente alpino

Innalzamento della tree line - confronto tra coperture forestali

Innalzamento della tree line - Utilizzo di foto aeree storiche

Innalzamento della tree line - Dendroecologia

Ingresso di nuove specie in ambienti cacuminali alpini: ricchezza specifica e l'indice di termofilizzazione

Variazione di dimensioni/quota di habitat montani (4060, 6150, 6170, 8110, 8120, 8340)

Spostamento della distribuzione latitudinale di specie e degli habitat mediterranei

Spostamento della distribuzione latitudinale (verso latitudini maggiori) di popolazioni di specie vegetali e habitat sensibili - direttamente o indirettamente - allo stress termico. In particolare, il Piemonte meridionale (rilievi dell'Appennino piemontese e Alte Langhe) appartiene alla zona biogeografica mediterranea. La presenza ed estensione di specie e habitat riconducibili a questa zona biogeografica potrebbe incrementare e spostarsi a latitudini più settentrionali. Potrebbe anche verificarsi la comparsa di specie e habitat attualmente non segnalati in Piemonte, ma presenti nei rilievi liguri prossimi al confine regionale.

Nuove segnalazioni e variazioni dell'estensione dei popolamenti esistenti di specie mediterranee (es. Barlia robertiana, Pistacia terebinthus, Aphyllanthes monspelliensis, Genista cinerea)

Variazione dimensione ed espansione di habitat mediterranei esistenti (es. 3250, 9540) e comparsa di nuovi habitat oro-mediterranei





Distribuzione spaziale

Colonizzazione delle aree precedentemente occupate da ghiacciai e nevai

Con la fusione dei ghiacciai alpini e il ritiro dei nevai, la vegetazione si estende e colonizza le zone interessate con una velocità che può essere anche indice della rapidità della variazione climatica in atto e dei suoi effetti sui tassi di formazione del suolo (successioni primarie).

Ingresso di nuove specie vegetali in cronosequenze in aree precedentemente occupate da ghiacciai o nevai

Densità/copertura della vegetazione arborea e arbustiva in cronosequenze in aree precedentemente occupate da ghiacciai o nevai

Velocità dell'ecesi di nuove specie all'interno di cronosequenze in aree precedentemente occupate da ghiacciai o nevai

Riduzione o scomparsa di habitat vulnerabili legati alla presenza di acqua

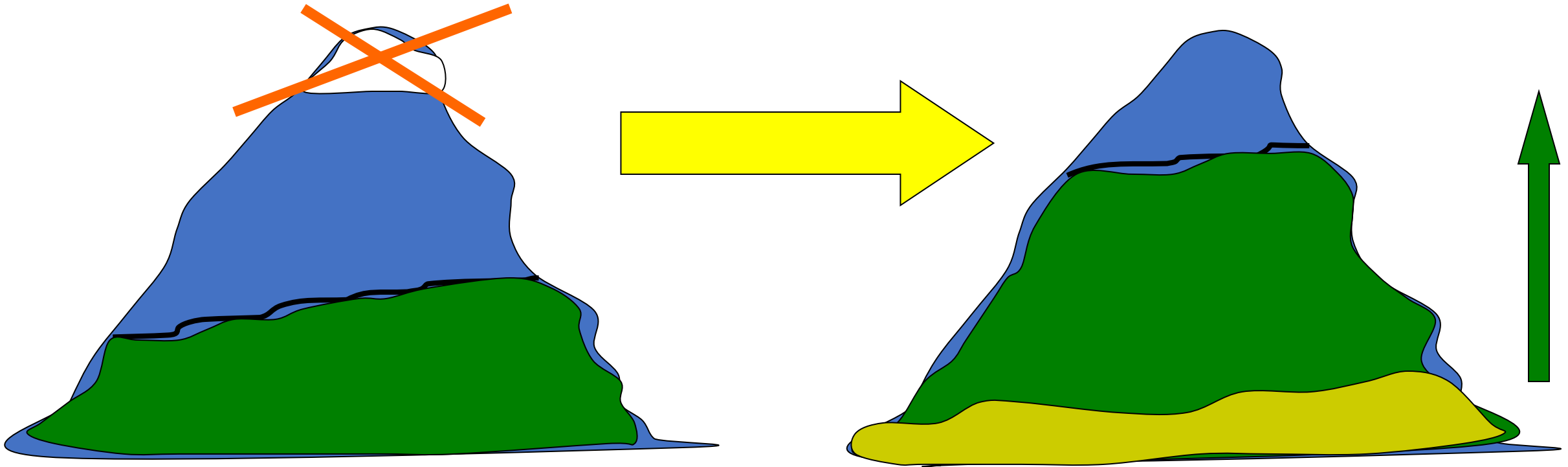
L'estensione di alcuni habitat legati alla presenza di acqua - anche sottoforma di neve - diminuisce, talvolta fino a scomparire, a causa dell'aumento delle temperature, delle modifiche delle precipitazioni e delle condizioni di umidità dell'aria e del suolo.

Variazione di dimensioni/ scomparsa di habitat legati ad ambienti acquatici (3220, 3230, 3260, 7110*, 7140, 7220*, 7230, 7240*, 91F0) o lungamente innevati (6150 - in particolare vallette nivali a Salix herbacea)



Spostamento in quota di specie vegetali sensibili a stress termico

gradiente termico verticale $-6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ogni 1000 m



Aumento sulle vette di
specie tipiche di altitudini
inferiori

Slittamento altitudinale delle fasce bioclimatiche

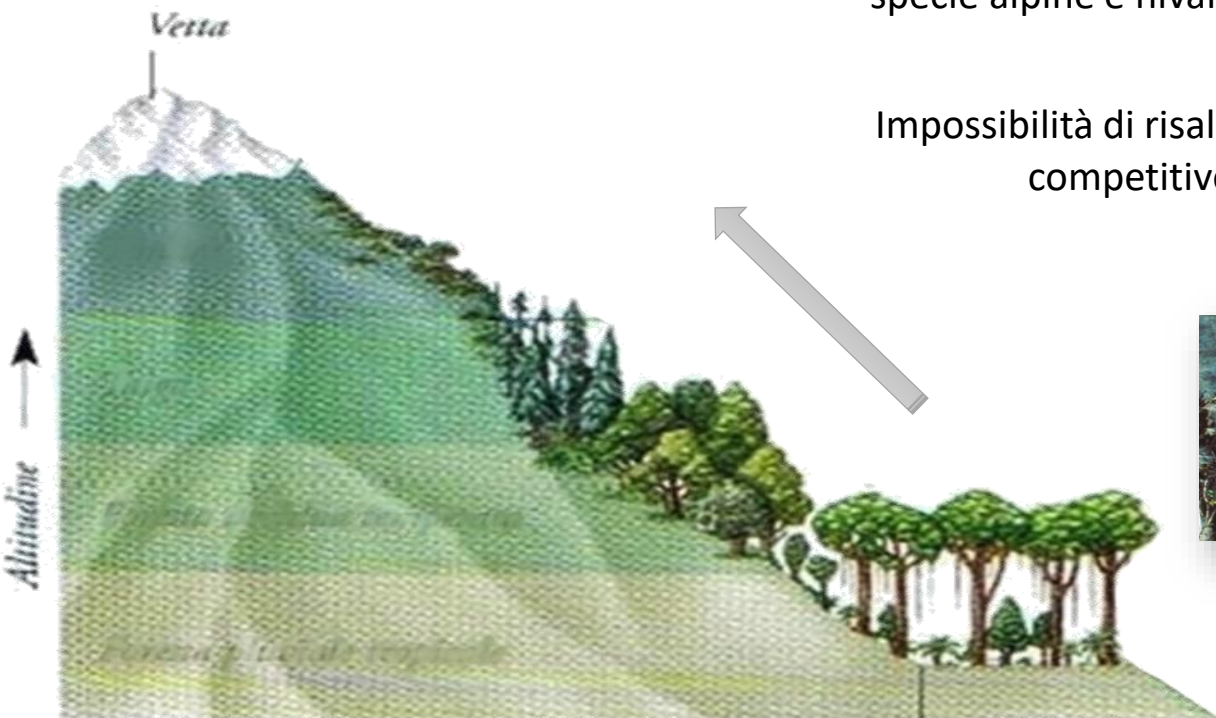
Migrazione delle specie verso quote più elevate

Modificazione della forma e grandezza degli areali delle specie alpine e nivali

Nuove comunità

Impossibilità di risalita e sostituzione con specie più competitive provenienti dal basso

Estinzione



Hieracium villosum



Dryas octopetala



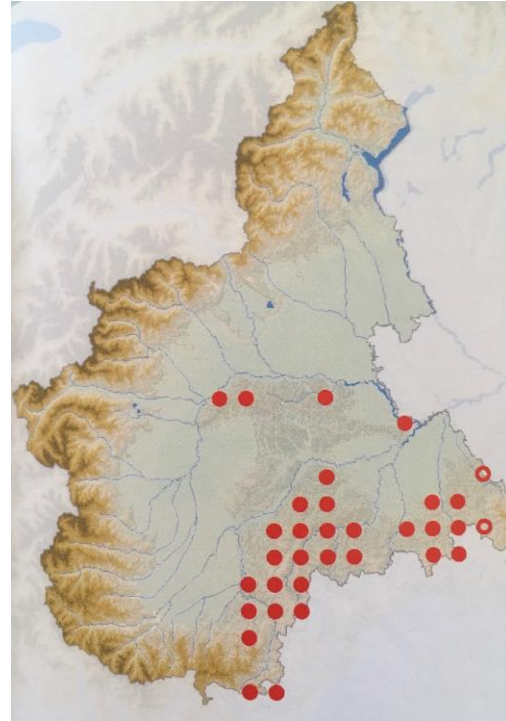
Aster alpinus

Spostamenti di latitudine

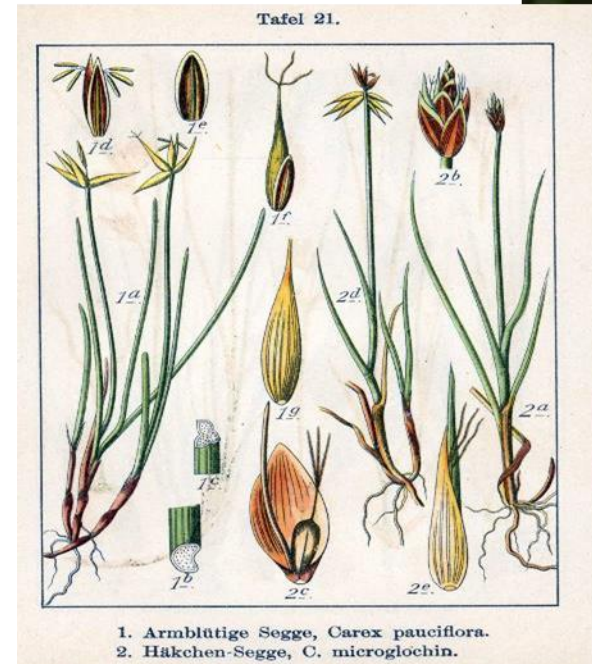
Una specie che arriva



Himantoglossum robertianum

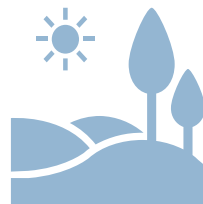


Una specie che se ne va



Carex pauciflora

Carex pauciflora



Composizione delle comunità e interazioni interspecifiche

Estinzione locale di specie vulnerabili o relative popolazioni

Le specie più vulnerabili possono andare in contro all'estinzione locale/totale a causa delle pressioni climatiche e dei pericoli che ne derivano.

Estinzione locale di specie stenoterme con stress direttamente legati al cambiamento climatico (es. relitti artico-alpini, specie in Lista Rossa, specie in Direttiva Habitat)

Modifiche della composizione di habitat montani d'alta quota

Gli ambienti montani, in particolare di alta quota, sono adattati a condizioni climatiche estreme limitanti, pertanto molto sensibili a minime variazioni ed all'ingresso di nuove specie. Il cambiamento climatico porta ad una diminuzione o all'aumento delle abbondanze di diverse specie in queste aree: si riducono le specie stenoterme, come nelle formazioni di *Caricion bicoloris-atrofuscae*, e aumentano le termofile e generaliste, come la *Poa alpina*.

Variazione composizione di habitat di alta quota con diminuzione di specie termosensibili con valori bassi del parametro T di Landolt o di Ellemberg (6150, 6170, 8110, 8120)

Diminuzione di specie stenoterme con stress direttamente legati al cambiamento climatico in un'area definita, in assenza di altre forti pressioni (es. relitti artico-alpini, specie in Lista Rossa, specie in Direttiva Habitat)

Calcolo della ripartizione % delle specie negli intervalli altitudinali di riferimento



Vegetazione delle vallette nivali

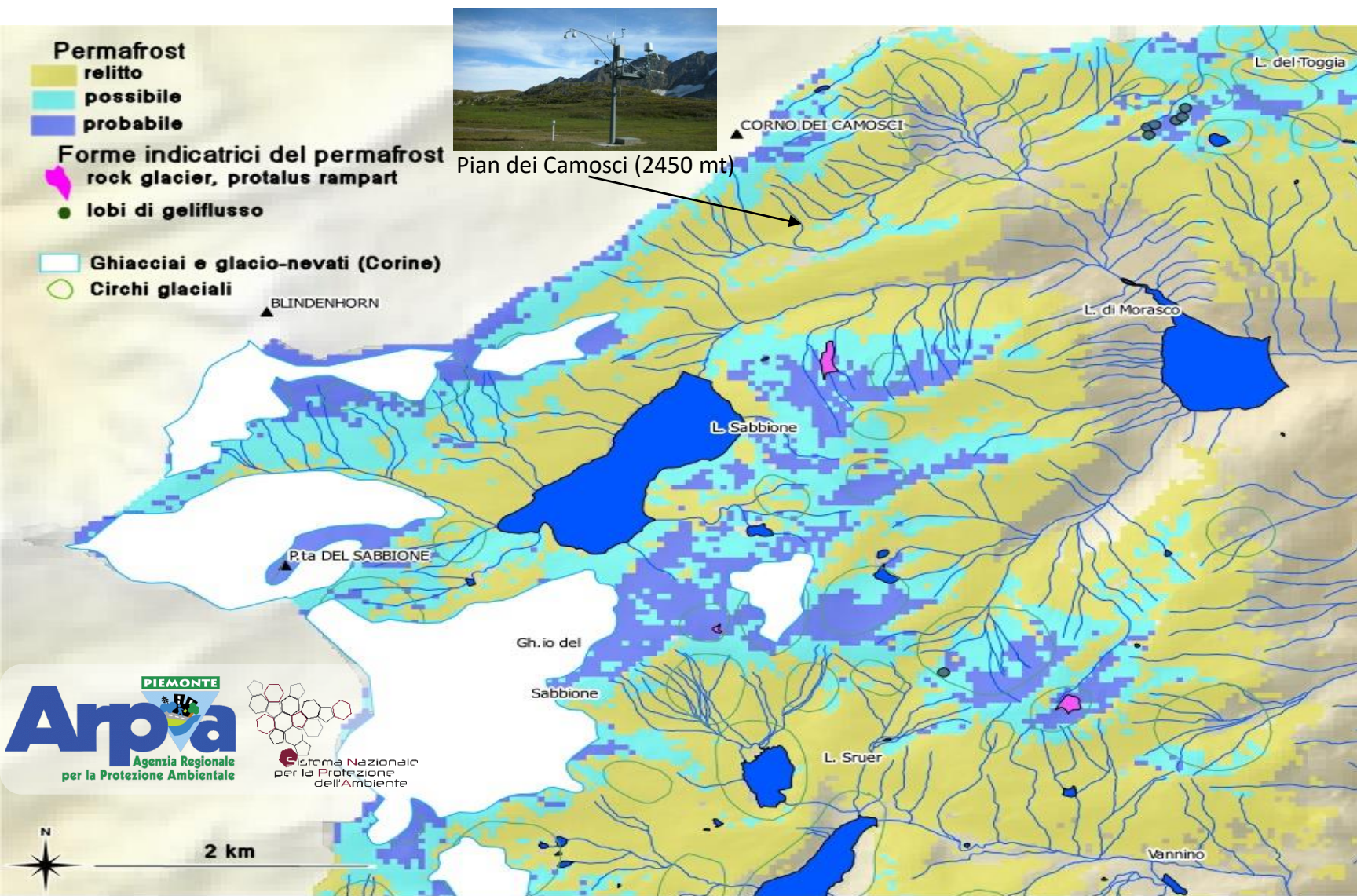
Comunità vegetali legate a un **lungo innevamento**



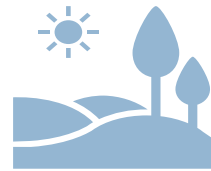
Diminuzione del rapporto neve/pioggia e stagioni vegetative più lunghe: aumento delle specie di prateria nelle **vallette nivali**.



Suoli periglaciali nell'area dei Sabbioni – Formazza (VCO)



Caricion bicoloris – atrofuscus
Habitat prioritario europeo che colonizza substrati intrisi di acque fredde a bordo di rigagnoli in presenza di suolo gelato per lunghi periodi, specie rare o rarissime a livello italiano, relitti artici.



Composizione delle comunità e interazioni interspecifiche

| | | |
|---|---|--|
| Modifiche della composizione degli habitat legati alla presenza di acqua | <p>Alcuni ambienti umidi sono strettamente dipendenti dal regime delle precipitazioni e dalle condizioni di umidità del suolo e pertanto estremamente sensibili alle variazioni climatiche, anche per le interazioni tra le condizioni quantitative e il chimismo delle acque, e l'incremento di processi idro-morfologici estremi.</p> | <p>Variazione composizione di habitat legati ad ambienti acquatici o lungamente innevati (3220, 3230, 3260, 6150, 7110*, 7140, 7220*, 7230, 7240*, 91E0*, 91F0). Deperimento delle stazioni relitte di bassa quota (faggete collinari, faggete mesoxerofile)</p> |
| Variazione nella struttura verticale delle cenosi forestali | <p>Le cenosi forestali possono subire cambiamenti della struttura verticale a causa del cambiamento climatico.</p> | <p>Variazione LAI (effetto del cambiamento nella struttura verticale della cenosi)</p> |
| Modifiche degli ecotipi | <p>I cambiamenti del clima portano ad una selezione dei genotipi più adatti all'interno della stessa popolazione (local evolution)</p> | <p>Differenze nella struttura genetica della rinnovazione in relazione alla popolazione adulta</p> |
| Laurofillizzazione | <p>Sostituzione di specie autoctone con specie esotiche, passando dal bioma delle foreste di latifoglie decidue a quello delle foreste di laurofille</p> | <p>Composizione % dello strato arbustivo in aree di monitoraggio forestale permanenti o periodiche</p> |
| Aumento esotiche | <p>Aumento delle specie esotiche perché spesso più resistenti agli stress causati direttamente o indirettamente dai CC</p> | <p>Aumento del numero/espansione di invasive, e relativo indice di termofillizzazione, lungo il gradiente altitudinale</p> |
| Variazioni nell'abbondanza di specie non vegetali | <p>A causa delle variazioni climatiche ci sono cambiamenti anche nell'abbondanza di altre specie, come quelle licheniche</p> | <p>Incremento di specie licheniche (sub)tropicali a discapito di quelle boreo-alpine</p> |

Torbiere alpine: habitat vulnerabili e/o di ridotta dimensione che accumulano carbonio

Le Torbiere alte attive, composte in prevalenza di Sfagni, organismi appartenenti alla Briofite, direttamente legati ad acque fredde e di esclusivo apporto meteorico, sono habitat sensibili a variazioni di temperatura e di apporto idrico.

In Piemonte, per ragioni climatiche, si trovano principalmente in Val d'Ossola e in Val Sesia



Particolare di Sfagno



Torbiera del Vannino, Formazza (VB)



Torbiera di San Bernardo, Bognanco (VB)



Mismatch e altre alterazioni della competizione interspecifica

Disturbi di sincronizzazione (mismatch) tra piante e animali sia per l'impollinazione che per le relazioni trofiche, con effetti sulla catena alimentare. In particolare, le specie caratterizzate da interazioni altamente co-evolute saranno più sotto pressione. I mismatch possono essere temporali e spaziali (es. lo spostamento di areale di una pianta nutrice o di un habitat non riesce ad essere seguito dallo spostamento degli animali che sono ad essi legati). Vi sono anche alterazioni di fenomeni di competizione con un aumento della fitness di alcune specie a discapito di altre.

Sfasamento tra fenologia della pianta nutrice e dello sfarfallamento lepidotteri diurni.

Sfasamento tra fenologia degli stambecchi e delle praterie alpine

Maggiori danni da parassiti

Aumento e diversificazione dei parassiti (funghi patogeni, insetti...), tra cui termofili e spesso non co-evoluti con le specie endemiche. A causa di stagioni vegetative più lunghe, inoltre, aumentano le generazioni all'anno dei parassiti e di conseguenza crescono i relativi danni.

Indice descrittore dell'infestazione della Thaumetopoea (Processionaria del pino): numero infestazioni, estensione zone colpite, numero medio di piante attaccate per ettaro...

Indice descrittore di attacchi da scolitidi

Indice descrittore di pullulazioni di insetti corticicoli (es Ips typographus) o defogliatori (es Lymantria spp): numero infestazioni, estensione zone colpite

Selezione delle latifoglie a discapito delle conifere

In alcune zone del Piemonte è evidente un trend di selezione delle latifoglie a discapito delle conifere: si osserva una contrazione degli habitat favorevoli alle conifere (tra queste il pino silvestre è quella che mostra la maggior tendenza a migrare ad alta quota e verso nord).

Stress nel Pinus sylvestica e sostituzione con Quercus pubescens nelle vallate alpine termofile (Val d'Aosta, Val di Susa...)

Cambiamenti dell'idoneità dell'habitat (habitat suitability) per le principali specie forestali dell'area ALCOTRA modellizzando l'effetto del cambiamento climatico, per il periodo 2020-2070

Composizione % dello strato adulto e della rinnovazione in aree di monitoraggio forestale permanenti o periodiche





Fenologia

Aumento della durata del periodo vegetativo e anticipazione delle fasi fenologiche

La temperatura è uno dei fattori determinanti principali dell'attività riproduttiva e di sviluppo delle piante: se aumentano le temperature medie si allunga il periodo vegetativo e si anticipano le diverse fasi con conseguenti interazioni con le altre specie. Rilevanti in tal senso sono anche l'anticipo della fusione e il ritardo nella deposizione della neve al suolo nelle aree montane. Ciò crea problemi anche dal punto di vista della salute umana, allungando il periodo delle allergie, colpendo in maniera particolarmente importante gli ambienti urbani. L'aumento della durata del periodo vegetativo comporta, tuttavia, una maggiore suscettibilità alle gelate anticipate o tardive in relazione ad attività vegetativa rispettivamente protratta nei mesi autunnali o anticipata nei primi mesi primaverili. Ciò determina anche un'alterazione del bilancio del carbonio (che può diventare neutro o sorgente).

Andamento palinologico di specie termosensibili (*Corylus avellana*, *Castanea sativa*, *Alnus*, *glutinosa*, *Ambrosia artemisiifolia*)

Andamento vegetativo di ecosistemi prativi e forestali, separando boschi di latifoglie e boschi di conifere

Andamento fenologico riproduttivo di specie target della rete fenologica piemontese

Andamento fenologico vegetativo di praterie alpine

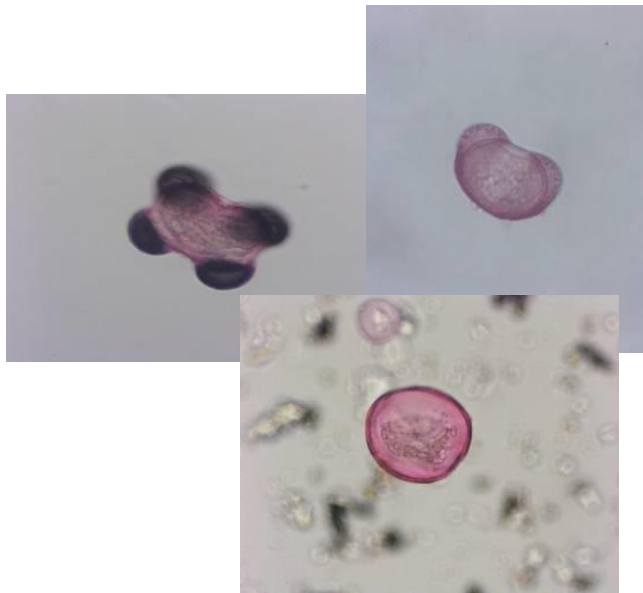
Indice di inverdimento

Indice di ingiallimento

Danni da gelate anticipate e tardive



Andamento palinologico di specie termosensibili



Pollini al microscopio ottico

Dal 2020 correlazione tra dati meteorologici e pollinici

su:

- Nocciolo,
- Ontano nero,
- Castagno
- Ambrosia

Scelta parametri di pollinazione

Inizio, durata e fine del Periodo Principale di Pollinazione (PPP)

Concentrazione del picco massimo (*max*) e data del picco *max*

Concentrazione totale annuale (*Pollen Index*)



Stazione di monitoraggio pollinico
ARPA Piemonte – Omegna (VB)



Fisiologia

Modifica della capacità fotosintetica

La capacità fotosintetica subisce modifiche principalmente a causa delle temperature elevate e delle siccità prolungate dovute ai CC, che possono portare ad una diminuzione dell'efficienza fotosintetica, alla chiusura degli stomi, e la conseguente riduzione dell'assorbimento di carbonio. Al contrario alcuni studi evidenziano un possibile effetto di fertilizzazione (aumento della produttività delle piante) dovuto all'aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera.

La defogliazione della corona inoltre, talvolta può indurre crescita legnosa ridotta, ma spesso agisce la cosiddetta "fotosintesi compensatoria", che migliora lo sfruttamento dell'energia solare da parte delle foglie.

Indici dell'efficienza fotosintetica tramite fluorimetria modulata

Composizione isotopica del carbonio ($\delta^{13}\text{C}$)

Fluorescenza clorofilla a (ChlF) - FLEX mission per correlare dati terrestri e dati aerei

Modifiche nell'uso dell'acqua e nell'evapotraspirazione

L'innalzamento delle temperature, la diversa disposizione stagionale delle precipitazioni, il protrarsi del deficit idrico e l'abbassamento delle falde contribuiscono al deperimento di alcune specie, tra cui le querce. Come adattamento ai cambiamenti delle condizioni climatiche e superare lo stress idrico, alcune specie aumentano, invece, la propria efficienza nell'uso dell'acqua per potersi accrescere.

Indice di deperimento della farnia (*Quercus robur* L.) e del pino silvestre correlato con l'andamento della falda superficiale

Monitoraggio della Water Use Efficiency con analisi isotopiche sugli anelli legnosi di accrescimento





Fisiologia

Modifiche della biologia germinativa

Modifiche a carico dei semi e delle germinazioni in natura, con effetti sulle capacità riproduttive della specie. La temperatura ambientale è uno dei segnali più importanti nel regolare la germinazione in quanto fornisce ai semi informazioni di tipo temporale e spaziale essenziali nel determinare l'ambiente in cui si svilupperà la futura pianta. La temperatura condiziona il numero di semi che germinano, la velocità del fenomeno e la sua distribuzione nell'arco della stagione.

Percentuale e velocità di germinazione (ovvero il numero di semi in grado di germinare in un determinato lasso di tempo)

Germination timing, ovvero come in natura le germinazioni si distribuiscono nel tempo

Qualità dei semi

Longevità dei semi

Indice di produzione dei semi: media, coefficiente di variazione temporale e spaziale, indice di sincronizzazione

Indice di predazione dei semi: media, coefficiente di variazione temporale e spaziale, indice di sincronizzazione

Modifiche nell'accrescimento legnoso

Variazioni negli anelli di accrescimento legate a cambiamenti di temperatura (a livello annuale o stagionale) e disponibilità idrica legata alla distribuzione delle precipitazioni. In letteratura si evidenziano trend opposti (maggiore o minore accrescimento) a seconda della specie.

Innalzamento della tree line - Dendroecologia [già inserito sopra]



Disseccamento della farnia (Quercus robur) e abbassamento della falda superficiale





Servizi ecosistemici

Effetti negativi sugli impollinatori

Gli impollinatori sono influenzati negativamente dai cambiamenti del clima, che si ripercuotono sulla fenologia delle piante (anticipo dei periodi di fioritura) e sulla loro distribuzione (spostamento di quota) e dunque sugli impollinatori con la conseguente riduzione nelle produzioni di semi e frutti, sull'entità delle popolazioni e sulla biodiversità vegetale. Una delle conseguenze più rilevanti è la diminuzione o addirittura l'assenza di produzioni nettariifere e pollinifere.

Diversità e abbondanza di specie vegetali utili agli impollinatori

Intensità visite degli impollinatori

Confronto del Seed-set (numero e peso dei semi prodotti) tra piante a libera impollinazione e non

Impatti sulla produzione di miele

A causa della continua riduzione nelle produzioni di nettare e di polline, diminuiscono anche le produzioni di mieli e di polline associate.

Diminuzione della produzione media annua di mieli (es. di acacia) a causa delle variazioni meteorologiche
Perdita di tipologie di mieli tipiche della Regione Piemonte

Effetti negativi sulla risposta delle comunità animali

Modificazioni della struttura-composizione della vegetazione e degli habitat causate dalle variazioni climatiche possono compromettere la risposta delle comunità animali. Gli ecosistemi naturali sono infatti essenziali nel fornire spazi vitali, zone di rifugio e protezione a piante e animali selvatici (soprattutto nella fase riproduttiva) sia per specie residenziali che migratorie.

“Woodiness” Bird Community Index (WBCI)

Ricchezza di specie forestali senso lato (S_FOR_SL) [indice di comunità 1]

Ricchezza di specie forestali sensu strictu (S_FOR_SS) [indice di comunità 2]



Produzione del miele



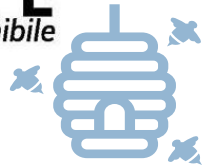
La riduzione del tenore di acqua disponibile nel suolo e dell'umidità atmosferica diminuiscono la produzione nettarifera del fiore



La concentrazione di zuccheri nel nettare è ottimale a livello di temperature intermedie. La raccolta del nettare (su *Thymus capitatus*) cresce con l'aumento della temperatura, fino ai 32.5 °C; segue una riduzione e una brusca decrescita sopra i 38 °C.



La raccolta del **polline** si riduce oltre i 35 °C incidendo sulla vitalità delle famiglie di api



Servizi ecosistemici

Effetti negativi sulle fonti di cibo disponibili per gli impollinatori

I risvolti negativi del cambiamento climatico incidono sulle risorse alimentari necessarie ad Apoidei, lepidotteri, avifauna

Consistenza e vitalità delle famiglie di api e di altri impollinatori

Impatti sulla produttività dell'attività pastorale

Le variazioni climatiche possono impattare negativamente la produttività e la biodiversità dei pascoli alpini. Il cambiamento climatico porta ad una diminuzione di alcune specie vegetali di alto valore pabulare e ad uno sfasamento nella crescita e sviluppo della biomassa erbacea, incidendo sulla stessa produttività degli alpeggi e potenzialmente contribuendo all'abbandono degli stessi con conseguenze sulla gestione degli habitat delle praterie.

Variazione della composizione vegetazionale, in particolare di specie a elevato valore pabulare

Variazione delle curve di crescita di produzione di biomassa

Variazione della qualità pabulare della vegetazione

Abbandono dell'attività pastorale e riduzione dell'eterogeneità ambientale.

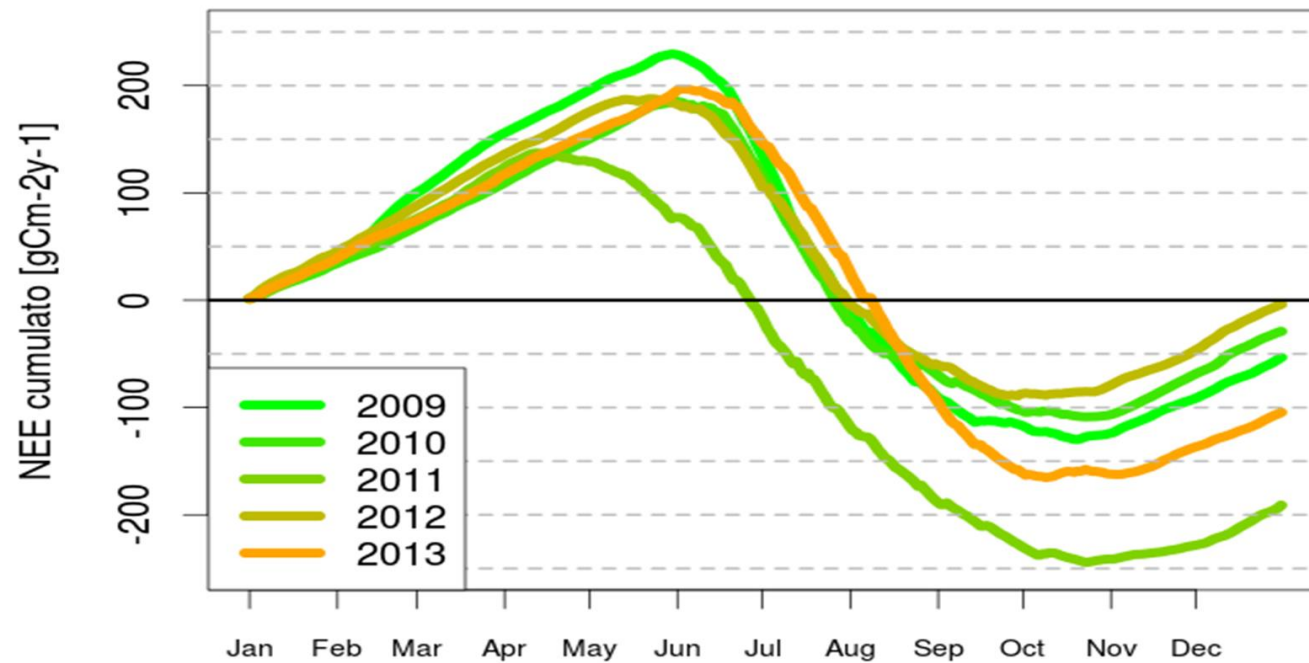
Alterazione del SE di regolazione dell'erosione

Le modifiche della vegetazione possono alterarne il ruolo protettivo sulla stabilità meccanica del suolo con l'aumento dell'erosione e del rischio di frane superficiali in zone vulnerabili o provocare una diminuzione dell'erosione nelle zone in cui la treeline sale di quota*.

Variazioni dell'erodibilità nel tempo (modello RUSLE)



Fluttuazioni della fenologie e della qualità del foraggio nei pascoli



Servizi ecosistemici

Alterazione del SE di formazione e composizione del suolo

Il tipo di vegetazione è uno dei fattori di formazione del suolo. La variazione della composizione della vegetazione può determinare ad esempio un input differente di sostanza organica e conseguentemente una variazione dei processi di formazione del suolo. Le modifiche climatiche e delle interazioni tra pianta e suolo possono dunque alterare i tassi di mineralizzazione e decomposizione della sostanza organica con conseguenti rilasci di forme labili di azoto e carbonio (alterazione della micorrizzazione, shift nelle comunità litobionti come cianobatteri e licheni...)

Indice di qualità biologica del suolo (proxy)

Concentrazione elementale di C,N,P in aree campione

Umidità del suolo

Variazione dello stoccaggio carbonio

A causa di: (a) modifiche della distribuzione e composizione delle aree vegetate: l'aumento dell'estensione di alcuni habitat, come quelli forestali, comporta una maggiore capacità di stoccaggio; l'inaridimento delle zone umide potrebbe portare a una minore capacità di stoccaggio e a un aumento della liberazione di CO₂ a causa della mineralizzazione della sostanza organica del suolo; (b) variazioni della fenologia: temperature maggiori portano a periodi vegetativi più lunghi e quindi ad una maggiore quantità di CO₂ stoccata; (c) modifiche del processo di fotosintesi: temperature molto elevate e siccità prolungate portano ad una diminuzione dell'attività fotosintetica; una concentrazione maggiore di CO₂ in atmosfera, invece, potrebbe portare a una maggiore produttività primaria.

Produttività primaria lorda o netta su base mensile o annuale



Servizi ecosistemici

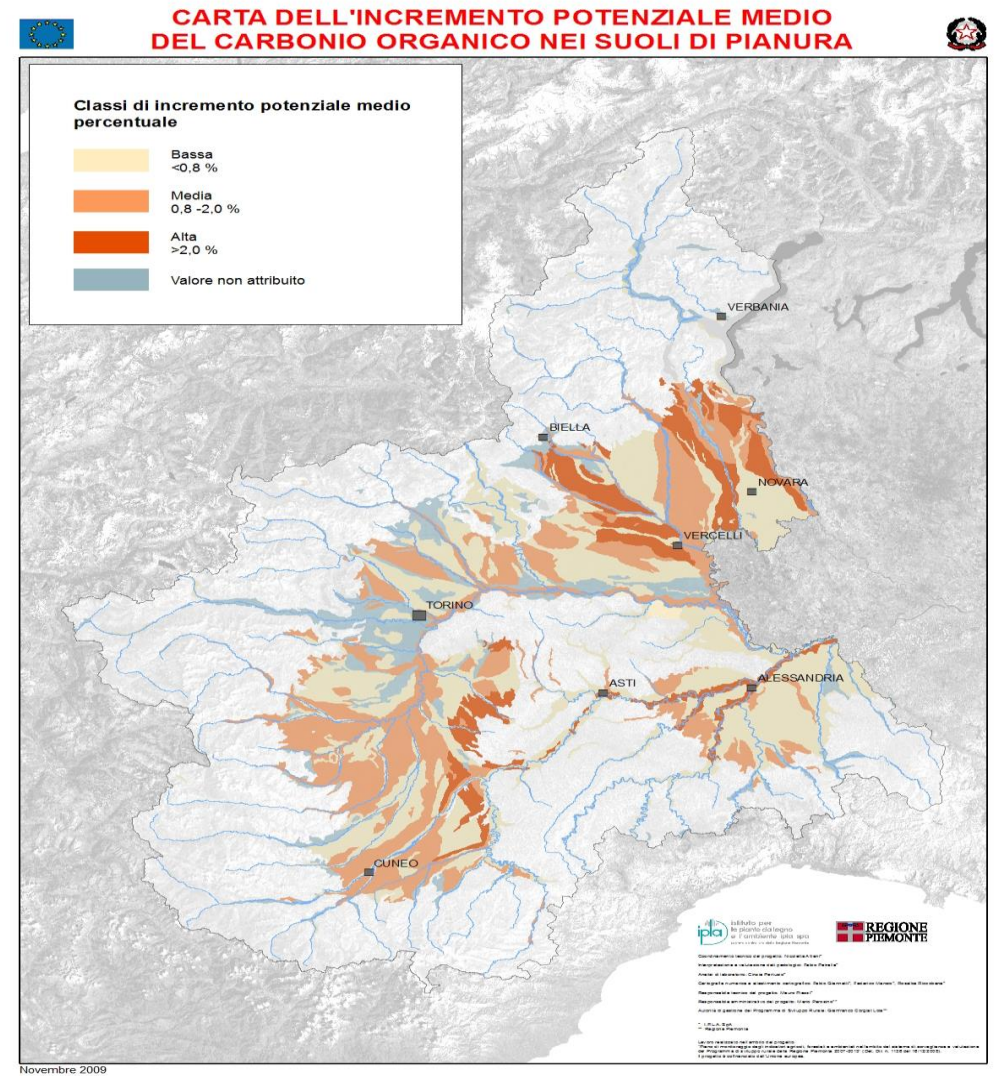
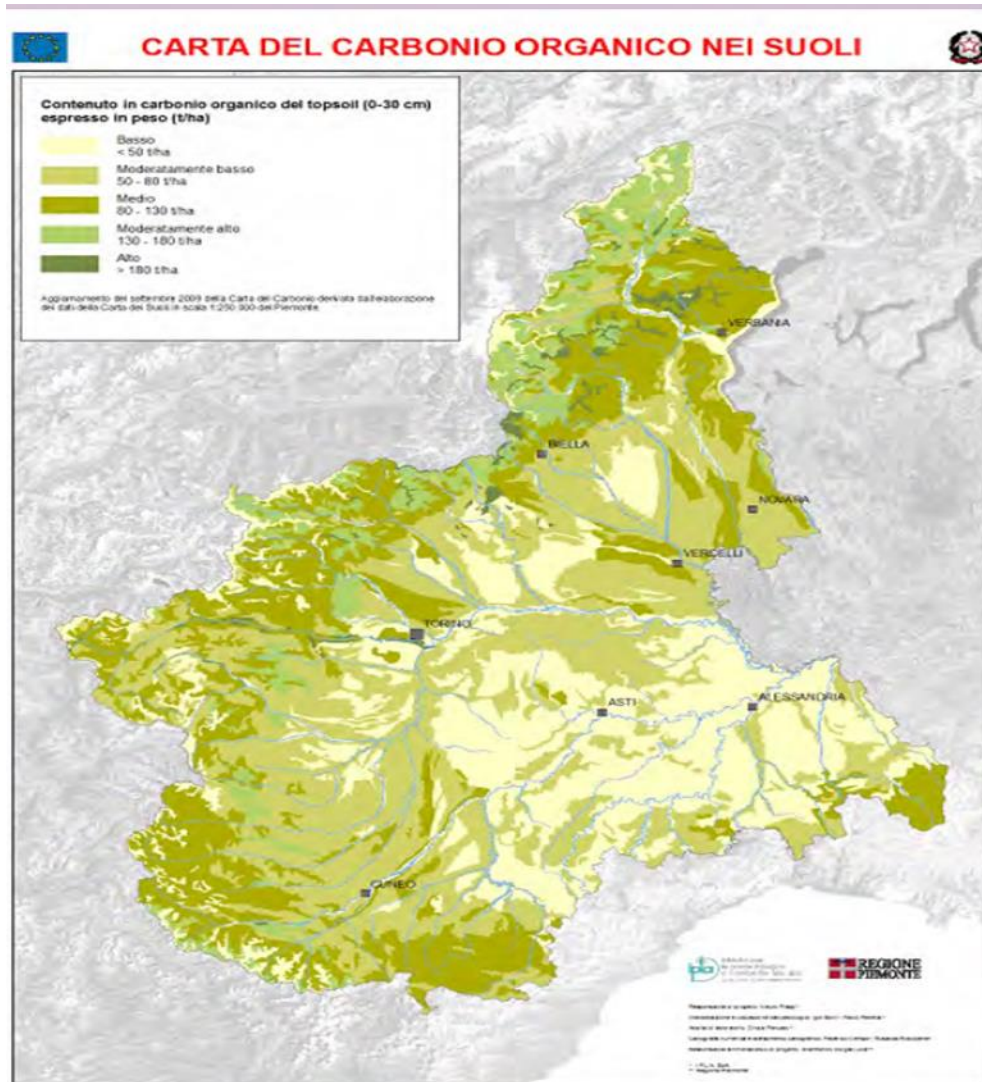
| | | |
|---|--|---|
| <p>Alterazione dei fenomeni precipitativi locali</p> | <p>Le variazioni di evapotraspirazione portano ad alterazioni del SE di regolazione delle acque.</p> | |
| <p>Variazioni dell'albedo</p> | <p>Alterazione del SE di regolazione del clima a causa delle variazioni dell'albedo, in particolare a causa dello spostamento della treeline.</p> | |
| <p>Riduzione della diversità paesaggistica</p> | <p>Le modifiche della vegetazione possono provocare sostituzioni di specie ed habitat e semplificazioni del mosaico vegetale con un'alterazione dei SE legati al valore estetico della diversità paesaggistica.</p> | |
| <p>Bioprotezione/biodeterioramento di beni culturali</p> | <p>Alterazione dei SE di ispirazione per cultura a causa della variazione delle dinamiche di colonizzazione della vegetazione sui beni culturali e il conseguente impatto in termini di bioprotezione* e/o biodeterioramento</p> | <p>Variazione nelle modalità e nei ritmi di crescita dei biofilm sulle superfici lapidee di interesse per i beni culturali [nel caso dei biofilm fotoautotrofi quantificabile con un monitoraggio colorimetrico, fluorimetrico, e dei tenori in pigmenti fotosintetici e EPS]</p> |





- Il suolo vegetato nasconde un numero straordinario di forme di vita, un'intricata rete di interazioni che coinvolge un'enorme quantità di biomassa vivente, oltre 3000 Kg/ha in un suolo agricolo, più alto ancora in un suolo a vegetazione spontanea.
- Il suolo contiene il maggiore stock di carbonio organico: nel suolo è presente circa il doppio del carbonio contenuto in atmosfera e 3 volte quello trattenuto dalla vegetazione

Stoccaggio del carbonio





Maladattamenti

| | | |
|--|---|---|
| Danni alla vegetazione causati dall'idroelettrico | Sommersioni/disseccamenti di formazioni naturali a causa di nuovi impianti idroelettrici. Importanti sono anche le interferenze indirette a causa della modifica dei parametri idrologici (in particolare della velocità dell'acqua), che porta a modificazioni delle composizioni specifiche (con ingresso anche di nuove specie). | Danneggiamenti degli habitat ripariali nei pressi delle opere costruite |
| Danni alla vegetazione causati dall'aumento dei bacini d'acqua in ambiente montano | Distruzione habitat umidi alpini causata dalla costruzione di nuovi bacini di acqua finalizzati all'innevamento artificiale, al pascolo e alla raccolta acque piovane. | Riduzione di superficie a prato-pascolo e di ambiente umido in ambiente montano |
| Danni alla vegetazione causati dall'aumento del prelievo di acqua per l'agricoltura | L'aumento dei prelievi idrici con fini agricoli rappresenta una forte pressione per le zone umide e la vegetazione ripariale | |
| Danni alla vegetazione causati da nuove scelte colturali | Scelte colturali in aree non idonee/insostenibili per i nuovi regimi di temperatura e precipitazioni possono essere impattanti per la biodiversità naturale (es. colture di Nocciolo in zone non idonee). | |
| Danni alla vegetazione causati da mantenimento di pratiche colturali tradizionali | Coltive "tradizionali" se mantenute uguali in determinate aree possono ora presentare un impatto maggiore in sinergia con i cambiamenti climatici. | Anticipo dell'ingiallimento dei pascoli Espansione di specie nitrofile/generaliste/opportuniste in zone in cui il carico di pascolo è rimasto inalterato |
| Effetti di secondo ordine negativi di strategie per il pascolamento | Strategie di adattamento che "funzionano" dal lato pascolivo possono avere conseguenze importanti sulla biodiversità vegetale | |



Agricoltura non adattativa

Richiesta di acqua che ci sarà sempre meno



Mais (colture idroesigenti)



Noccioleti (in aree non idonee)

**Grazie per
l'attenzione**