



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali**

Corso di laurea in: Tecnologie Forestali e Ambientali

Valorizzazione multifunzionale dei soprassuoli nel  
Parco dell'Adamello (BS): primi risultati  
d'intervento in orno-ostrieto tipico e di rupe in  
sovrapposizione con querceto e cerreta

Relatore

*Prof. <sup>ssa</sup> Cristiana Colpi*

Correlatore

*Dott. For. Alessandro Ducoli*

Laureando

*Marco Gari*

Matricola n.

*1035634*

ANNO ACCADEMICO 2013/1014







# Indice generale

Riassunto - Abstract.....	7
1. Obbiettivi della tesi.....	9
2. Introduzione.....	11
2.1. Il Parco dell'Adamello.....	11
2.2. La gestione forestale nell'attuale contesto socio-economico.....	13
2.3. La gestione forestale nel Parco dell'Adamello: natura, biodiversità e paesaggio.....	18
2.4. L'intervento di taglio colturale del 2007.....	23
3. Materiali e metodi.....	27
3.1. Scelta dell'area di studio: la particella n° 27.....	27
3.2. L'ambiente di studio.....	28
3.2.1. Inquadramento territoriale e amministrativo.....	28
3.2.2. Inquadramento geografico e topografico.....	28
3.2.3. Inquadramento geo-litologico.....	30
3.2.4. Inquadramento climatico.....	31
3.3 Scelta delle aree di saggio.....	35
3.4. Rilievi effettuati.....	36
3.4.1. Analisi floristica.....	36
3.4.2. Analisi pedologica.....	36
3.4.3. Rilievi dendro-auxometrici.....	37
3.4.4. Analisi della rinnovazione.....	38
3.4.5. Analisi qualitativa delle Querce.....	38
3.4.6. Elaborazione dei dati.....	40
4. Risultati e discussioni.....	42
4.1. Analisi floristica e inquadramento tipologico-vegetazionale.....	42
4.2. Analisi pedologica.....	46
4.3. Dati dendro-auxometrici.....	48
4.3. Stato della rinnovazione gamica.....	52
4.4. Vitalità e portamento delle querce.....	55
5. Conclusioni.....	58
Bibliografia e sitografia.....	61

Appendici.....	63
Appendice A - Indirizzi tecnici e amministrativi del Piano di Settore Foreste.....	63
Appendice B - Tutela della biodiversità: cronistoria delle foreste della Valle Camonica...	65
Appendice C - Legenda dei valori degli indici di Landolt.....	66

## **Elenco delle figure**

Figura 3.1: CTR rielaborata dal PTC del Parco dell'Adamello.....	30
Figura 3.2: Diagramma ombrotermico per la stazione.....	33
Figura 3.3: Classificazione della struttura della ramificazione.....	41
Figura 3.4: “Tavola di confronto per la classificazione visuale delle chiome”.....	41
Figura 4.5: Curva di struttura degli alberi nati da seme in AN.....	50
Figura 4.6: Curva di struttura degli alberi nati da seme in AI.....	50
Figura 4.7: Confronto dell'incremento percentuale annuo.....	51
Figura 4.8: Grafico rappresentante il numero medio dei polloni per ceppaia.....	52
Figura 4.9: Diagramma di distribuzione di frequenza delle unità di rilievo.....	54

## **Elenco delle tabelle**

Tabella 2.1: “Elementi di sicuro contrasto dell'incertezza” nella gestione forestale.....	19
Tabella 2.2: Principali problemi deprimenti la capacità concorrenziale del legno locale.....	19
Tabella 3.3: Principali caratteristiche topografiche e morfometriche della particella.....	29
Tabella 3.4: Parametri pluviometrici adattati alla stazione.....	32
Tabella 3.5: Parametri termometrici adattati alla stazione.....	33
Tabella 3.6: Zone e sottozone fito-climatiche del Castanetum e del Fagetum.....	34
Tabella 4.7: Valori degli indici ecologici di Landolt.....	45
Tabella 4.8: Descrizione degli orizzonti minerali rilevati.....	46
Tabella 4.9: Risultati dei rilievi dendro-auxometrici.....	49
Tabella 4.10: Analisi dei dati ottenuti dal rilievo della rinnovazione.....	53
Tabella 4.11: Analisi qualitativa eseguita su campioni di Quercus spp.....	57

## Riassunto

La valorizzazione multifunzionale delle foreste a livello di particella sembra consentire una maggiore flessibilità e meglio “rispondere” ai cambiamenti d’indirizzo delle *Scienze Forestali*. Questo lavoro di tesi ha analizzando i primi risultati di un recente intervento di valorizzazione multifunzionale in un soprassuolo di *Orno-ostrieto tipico e di rupe* in sovrapposizione con *Querceto di roverella dei substrati carbonatici* e con *Cerreta*. L'intervento, realizzato nel *Parco regionale dell'Adamello* (BS) nel 2007, ha avuto come scopo principale la valorizzazione dei portaseme (reali e/o potenziali) di quercia (*Quercus pubescens* e *Q. cerris*). Per valutarne i risultati sono stati effettuati rilievi in campo mettendo a confronto un'area *ex-post* e una *ex-ante*. Con lo scopo di analizzare la risposta del soprassuolo nei confronti delle funzionalità del bosco (*produttiva, protettiva, naturalistica, paesaggistica, turistico-ricreativa*) sono stati effettuati: indagine stazionale, misurazioni dendro-auxometriche, analisi della rinnovazione naturale e verifica dello status fisiologico degli alberi rilasciati.

Da quanto emerso in questo lavoro di tesi l'intervento effettuato ha avviato un processo di conversione con il chiaro scopo di “guadagnare tempo” e consentire successive valutazioni di medio periodo della “risposta fisionomico-strutturale” di *Quercus spp.* Tale necessità appare attualmente soddisfatta, permettendo così di conservare ipotesi di tipo produttivo senza precludere quelle connesse con tutte le altre funzioni del bosco. Certamente si assisterà ad una sensibile depressione dei livelli produttivi, tuttavia i dati rilevati consentono di non escludere il ritorno al ceduo semplice in caso di necessità. Per quanto riguarda la valorizzazione della quercia, ovvero delle diverse funzioni del soprassuolo, i risultati di questo studio sono confortanti: tutti i rilievi e le analisi effettuate, infatti, hanno riportato un miglioramento più o meno netto delle condizioni generali di *Quercus spp.* Ciononostante è necessario evidenziare che si tratta di “primi risultati”, che necessitano indubbiamente di ulteriori verifiche a breve-medio e lungo termine per essere confermati.

## Abstract

The *multifunctional enhancement* of forest at parcel level seems to allow more flexibility and to respond better to *Forest Sciences* changes of address. This thesis work has analysed the first results of a recent intervention of multifunctional enhancement in manna ash (*Fraxinus ornus*) and hop hornbeam (*Ostrya carpinifolia*) mixed forest in overlap with oak wood (*Quercus pubescens*) and turkey oak wood (*Quercus cerris*). The intervention, realized in the regional *Adamello Park* (BS) in 2007, had as first aim the valorization of seed-bearing oak (real and potential ones). To evaluate the results some remarks have been done, comparing an *ex-post* area with an *ex-ante* one. With the aim of analyse the answer of stand toward wood functions (*productive, protective, naturalistic, landscape, touristic-recreational*) were made: site survey, analysis about forest natural regeneration and check of the physiological status of released trees.

This work of thesis reveal that the intervention has started a process of conversion with the clear aim of “gain time” and to allow medium term evaluations in regards of the “physiognomy-structural answer” of *Quercus spp.* This necessity appears actually granted, thus allowing to conserve productive hypothesis without preclude those connected with all of the other wood functions. Certainly there will be a tangible depression of production levels of coppice, however the data allows to not exclude a reversion to *simply coppice* in case of need. In regard of enhancement of oak, or multifunctional enhancement, the results of this study are comforting: all of measurements and analysis made, in fact, report an improving, more or less clear, of general conditions of *Quercus spp.* However it is necessary to underline that these are “first results”, so, certainly, they need additional checks in the short-medium and long term to be confirmed.

# 1. Obiettivi della tesi

Oggi alle foreste è richiesta la soddisfazione di una ricca molteplicità di funzioni. Accanto a quelle più tradizionali di *produzione* e *protezione*, nel corso degli anni si sono affermate nuove necessità, per lo più di tipo *naturalistico* (tutela della biodiversità), di *tutela paesaggistica* e di adempimento delle varie istanze legate allo svago (*funzione turistico-ricreativa*). Questo fatto accresce la complessità di gestione dei sistemi forestali, tuttavia può anche rappresentare una vera e propria opportunità per coloro che si propongono di attuare la gestione forestale tramite l'individuazione di obiettivi di *breve-medio* e *lungo periodo*.<sup>1</sup>

Questo modo di leggere le necessità si è tradotto in un cambio delle prospettive gestionali che, nel corso degli anni, hanno ridotto il proprio focus d'indagine dalla scala della *Proprietà* fino a quella delle singole *Unità gestionali* che la compongono (particelle forestali). In quest'ottica la *valorizzazione multifunzionale* della foresta, intesa come valorizzazione di diverse funzionalità del bosco a livello di singola particella gestita, appare il metodo migliore per contrastare la crescente incertezza che grava sul sistema uomo-foresta. Perciò si ritiene auspicabile l'adozione di *sistemi gestionali aperti* in grado di consentire una maggiore flessibilità e di meglio "rispondere" a più o meno radicali cambiamenti d'indirizzo nel complesso universo delle *Scienze Forestali*.

Nel **Parco regionale dell'Adamello** questo *modus operandi* è stato ben certificato nel Piano di Settore Foreste (*Delibera dell'Assemblea della Comunità Montana di Valle Camonica n. 10 del 18/04/2011*), intervenuto a validare metodi e intenti tarati nel corso di quasi un ventennio di operatività.

Questa tesi di laurea, nello specifico, ha l'obiettivo primario di verificare i primi risultati e con essi la bontà dei metodi nel caso di un recente intervento di valorizzazione multifunzionale in un soprassuolo di *Orno-ostrieto tipico* e di *rupe* in sovrapposizione con *Querceto di roverella dei substrati carbonatici* e con *Cerreta*. L'intervento, realizzato in *Val Paghèra di Ceto* (BS) nel 2007, ha avuto come scopo principale la valorizzazione dei portaseme (reali e/o potenziali) di quercia (*Quercus pubescens* e *Q. cerris*). A tal fine è stata prevista l'adozione combinata di diversi tipi di trattamento, per lo più rientranti nelle forme tradizionali delle *cure colturali*, del *diradamento*, del *taglio di conversione*, del *deconiferamento*, del *taglio di sementazione*, ma altresì riconducibili alle più o meno consolidate recenti metodologie della *selvicoltura d'albero*.

---

<sup>1</sup> L'individuazione delle potenzialità di un soprassuolo in un'ottica di breve e di lungo periodo è il modo migliore per mantenere l'opportunità economica, di qualsiasi tipo di gestione forestale; ciò a maggior ragione in un contesto economico assai mutevole come quello attuale.

Per valutare i risultati dell'intervento sono stati effettuati rilievi in campo mettendo a confronto un'area *ex-post* e una *ex-ante*. Con lo scopo di analizzare la risposta del soprassuolo nei confronti delle funzionalità del bosco (*produttiva, protettiva, naturalistica, paesaggistica, turistico-ricreativa*) sono stati effettuati: indagine stazionale, misurazioni dendro-auxometriche, analisi della rinnovazione naturale e verifica dello status fisiologico degli alberi rilasciati.

## 2. Introduzione

### 2.1. Il Parco dell'Adamello

Il *Parco regionale dell'Adamello*, istituito con *Legge Regionale n. 79 del 16 settembre 1983*, si estende per circa un terzo del territorio della *Comunità Montana di Valle Camonica*, interessando ben 19 comuni. Si tratta di un'area delle *Alpi Retiche* caratterizzata da grande variabilità ecosistemica ben spiegabile con il dislivello compreso dai 390 m s.l.m. del fondovalle e i 3.539 m s.l.m. del Monte Adamello. I confini del Parco sono condivisi con il *Parco Naturale Adamello Brenta* (in Provincia di Trento) e con il *Parco Nazionale dello Stelvio*. Considerando anche la vicinanza con il *Parco Nazionale dell'Engadina* (Svizzera) il Parco dell'Adamello è “*la punta meridionale di un'area protetta di 250.000 ha situata nel cuore delle Alpi*” (Ducoli, 2012), cui il Parco contribuisce con 50.935 ha. La superficie forestale è il 46% della totale (23.496 ha), dunque il coefficiente di boscosità è molto elevato. “*Nella stragrande maggioranza dei casi si tratta di boschi pubblici, mentre solo una piccola parte interessa boschi privati (meno del 5% del totale). Tutte le proprietà pubbliche sono dotate di Piano di Assestamento Forestale (PAF) ed il patrimonio legnoso pubblico si attesta su valori superiori a 1.500.000 mc di legname. I PAF riportano un dato di ripresa annua prevista pari a circa 10.000 mc/anno (materiale legnoso tagliabile), con tassi di utilizzazione annuali pari al 5-7% della risorsa disponibile. Per quanto invece attiene ai boschi privati, i tassi di utilizzazione assumono proporzioni quantitative maggiori nonostante siano esclusivamente riconducibili ad utilizzazioni di piccola entità (“tagli ad uso familiare”)*”. (Ducoli, 2012)

La superficie forestale dell'area protetta ben si presta alla più classica delle suddivisioni altitudinali del versante vegetazionale alpino:

1. Fondovalle. Questo contesto è caratterizzato da elevata parcellizzazione delle superfici (*ambiti urbano-agricoli*), dove le aree naturali sono marginali agli insediamenti abitativi (*corridoi ecologici*). Si tratta perlopiù di lembi boscati a prevalenza di *Acer campestre*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata* e *Prunus avium*; sono inoltre presenti numerose “*boscaglie ripariali*” di *Salix spp.*, *Populus spp.*, *Alnus spp.* e *Robinia pseudoacacia*.
2. Boschi di latifoglie pedemontani e submontani (fino a 600-900 m). Diminuendo la pressione antropica, iniziano a delinearsi aspetti più propriamente naturalistici. In particolare si osservano estesi lembi boscati riassumibili in quattro grandi gruppi:
  - Boschi di *Quercus petraea* e *Betula pendula*. Soprassuoli radi e discontinui su costoni

aridi, caratterizzati da substrati superficiali e acclivi.

- Boschi di *Fraxinus ornus* e *Ostrya carpinifolia*. Soprassuoli plastici tradizionalmente utilizzati per l'approvvigionamento di legna da ardere (boschi cedui), spesso in sovrapposizione con i precedenti.
  - Boschi di *latifoglie nobili* e cedui di castagno (*Castanea sativa*). Soprassuoli costituiti in varia misura da *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus* e *Tilia cordata*; la loro utilizzazione intensiva ne ha spesso determinato l'eccessivo diradamento a favore del castagneto, favorito anche dalle migliori caratteristiche produttive.
  - Castagneti da frutto. Fin dove le condizioni del versante hanno permesso la lavorazione del terreno per scopi agricoli (*prati terrazzati*), è stato ampiamente diffuso il castagno nelle forme di coltivazione per l'ottenimento del frutto.
3. Boschi montani (tra 900 e 1400 m). Salendo il versante la pressione antropica diminuisce per lasciare definitivamente spazio alle aree boscate:
- Boschi misti di latifoglie e conifere, collocati nelle aree caratterizzate da una buona fertilità stazionale ed orografia non ancora "mossa". Oltre a *Picea abies*, si osservano *Larix decidua*, *Abies alba* e numerose latifoglie quali *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*, *Corylus avellana*, *Sambucus nigra*, *Betula pendula* e *Populus tremula*.
  - Boschi puri di *Picea abies*. Salendo in quota si assiste ad una sempre maggiore dominanza di questa specie e della sua formazione più tipica: la Pecceta montana.
  - Boschi misti di *Picea abies* e *Larix decidua*. In alcune situazioni il "dominio dell'abete rosso" viene bilanciato dalla convivenza con *Larix decidua* e dei suoi Lariceti.
  - Boschi di *Pinus sylvestris*. Piccoli lembi boscati in stretta convivenza con i boschi montani dell'abete rosso e delle latifoglie. Si tratta di soprassuoli marginali che, sfruttando la grande rusticità del pino, riescono a collocarsi in situazioni povere quali le aree detritiche e rupicole.
4. Boschi altimontani (tra 1400 e 2000 m). Salendo ulteriormente in quota cominciano a delinearci i caratteri tipici dei boschi altimontani: vegetazione meno fitta, presenza di radure e sempre minore partecipazione di latifoglie arboree. Anche in questo caso è possibile distinguere differenti gruppi di soprassuoli:
- I boschi puri di *Picea abies*, soprassuolo variamente rado e caratterizzato dalla continua alternanza con arbusteti e radure erbose. Rispetto alle analoghe peccete montane è osservabile maggiore profondità delle chiome degli abeti, che si sviluppano

lungo tutto il tronco.

- I boschi di *Larix decidua*. Il rado bosco altimontano di *Larix decidua* è molto diffuso nel Parco, dove ha incontrato i “favori” dell’attività pastorale (“prati a larice”). Qui il larice convive in diversa misura con *Picea abies*, *Pinus cembra*, *Betula pendula*, *Pinus mugo* e *Alnus viridis*.
  - Le cembre e le mughete. Nel Parco le formazioni a prevalenza di *Pinus cembra* e/o di *Pinus mugo* costituiscono ecosistemi preziosi e residuali.
5. Arbusteti altimontani. Ecosistemi caratterizzati dalla continua alternanza bosco-pascolo che rappresentano un “ecosistema di passaggio” tra le formazioni arboree del piano altimontano e quelle erbacee di culmine. Nel Parco sono molto diffusi soprattutto gli arbusteti di *Alnus viridis*, che si sviluppano in genere a partire dal limite altitudinale superiore degli alberi (*tree line*).

## **2.2. La gestione forestale nell'attuale contesto socio-economico**

La variabilità del mercato del legname è uno dei principali fattori di incertezza tenuti in considerazione nella costruzione dei piani di gestione forestale (Ducoli, 2012).

In Italia da qualche decennio il mercato del legno interno è in forte difficoltà per cause differenti (Pettenella, 2009), tra cui, *in primis*, la crescita esponenziale delle importazioni dovuta principalmente alla globalizzazione dei mercati internazionali. Prezzi del legno estero più competitivi sono dovuti a costi unitari di produzione inferiori, spiegati da:

- struttura geo-morfologica più favorevole e/o organizzazione territoriale meno condizionata dall'urbanizzazione;
- scarsa regolamentazione e costo del lavoro irrisorio in tutte le fasi della filiera bosco-legno, spesso sfocianti nel fenomeno della *deforestazione illegale*;
- applicazione di modelli afferenti la così detta *selvicoltura agronomica*, intensiva, fortemente meccanizzata, in grado di garantire rendimenti commerciali elevati nel breve periodo.

La difficoltà del mercato interno del legno non si limita certo al solo contesto italiano: dal 1991 al 2009 si è assistito nel complesso ad una diminuzione dei prezzi dei prodotti legnosi grezzi (Pettenella, 2009). Si tratta di un dato di assoluto rilievo che ha suggerito, in questi ultimi anni, la necessità di ampliare i concetti della gestione forestale, affiancando a quelle più

tradizionali (*Selvicoltura produttiva*) nuove opportunità di valorizzazione dei soprassuoli (natura, paesaggio, svago); per questo motivo oggi non si parla più semplicemente di “mercato del legname”, ma di “mercato dei prodotti e servizi forestali”. In merito Kennedy *et al.* (2001) affermano che “*la funzione delle amministrazioni forestali dei paesi occidentali non è più quella di massimizzare la produzione forestale, ma di fornire alle comunità rurali i mezzi per adattarsi ai cambiamenti socio-economici traendo profitto da altre dimensioni della foresta (aumento del valore aggiunto al prodotto legno, sviluppo delle attività ricreative, miglioramento della qualità della vita)*”. Un concetto simile ha preso piede soprattutto nei Paesi, come l'Italia, in cui la selvicoltura produttiva è sempre meno in grado di garantire la valorizzazione economica dei soprassuoli. Qui si è posto l'annoso problema dell'integrazione nel mercato delle *esternalità positive* caratteristiche dell'ecosistema forestale. Esempi recenti sono legati per lo più alla sfera dell'ecoturismo: valorizzazione dei “*Prodotti Forestali Non Legnosi*”<sup>2</sup> (PFNL), ovvero funghi, tartufi, frutti edibili di piante arboree e di sottobosco, fauna d'interesse venatorio, ecc. e valorizzazione di servizi in favore della fruizione per svago o interessi didattico-culturali (Gatto, *in verbis*).

Il Parco dell'Adamello, classificato nella sua configurazione giuridica come “Parco Forestale” (il 46% del suo territorio è coperto da foreste), non può prescindere dai concetti appena espressi. Dunque nell'area protetta diverse strategie sono messe in atto dall'ente stesso (ad es. regolamentazione e vendita permessi per la raccolta dei funghi, escursioni organizzate presso le “*Case del Parco dell'Adamello*”) e da soggetti privati come i *Consorzi Forestali* o il *Consorzio della Castagna* di Paspardo, al fine di favorire la forte vocazione didattico-ricreativa del Parco dell'Adamello, che determina in maniera sostanziale la calibrazione di tutti i programmi di governo del territorio. Ciò è ben specificato nel *Piano di Settore Foreste*, redatto nel corso del 2008 e adottato con *Delibera dell'Assemblea della Comunità Montana di Valle Camonica n. 10 del 18/04/2011*. In questo documento vengono formulate ipotesi di breve-medio e lungo periodo ed è specificata la necessità di avvalersi di meccanismi di quantificazione dell'indotto economico derivante da forme gestionali diversificate.

A tal proposito è interessante riportare quanto contenuto in uno studio di Hvenegaard *et al.* già nel 1989, per la quantificazione dell'indotto economico derivato dall'attività di *Bird-Watching* nel Parco nazionale Canadese di *Point Pelee*, meta turistica di interesse nazionale e internazionale. Tramite una serie di interviste si è indagato riguardo le ripercussioni economiche sul territorio di questa forma di turismo legata all'ambiente. Per stimarne il valore economico netto si è posta la domanda “*Qual è il massimo che i costi di questo viaggio*

---

2 Il report *State of Europe's Forest* pubblicato nel 2011 ha evidenziato come l'Italia sia il primo paese in Europa, quindi presumibilmente al mondo, per il valore economico dei Prodotti Forestali Non Legnosi rispetto al legname di uso industriale.

*potrebbero raggiungere prima che tu decida di non venire a Point Pelee?*”. I risultati dell'indagine hanno permesso di stimare il valore economico netto di un'esperienza di bird-watching in: 256\$/viaggio o 76\$/giorno, ovvero un totale di 6,3 milioni \$ per l'anno 1987.

Alcuni studi simili sono stati effettuati anche in Italia, in particolare si considera il lavoro di Tempesta *et al.* (2002) sulla domanda di ecoturismo nel Nord-Est (Veneto e Friuli-Venezia Giulia). Qui un indicatore economico utilizzato per stimare la capacità delle aree naturalistiche di generare flussi di spesa è costituito dal costo complessivo sostenuto dal totale dei visitatori per ettaro di superficie. Pur trascurando le zone in cui il flusso turistico è notevolmente sproporzionato rispetto al resto del territorio (aree dolomitiche in vicinanza di Cortina), “*si passa da importi di pochi euro a oltre € 17.000 per ettaro*”, un flusso economico non trascurabile.

Dai due studi, anche se realizzati a 15 anni di distanza e in contesti completamente diversi, viene confermato un dato che è importante evidenziare: il valore implicito del contesto naturalistico e paesaggistico è tenuto fortemente in considerazione dai fruitori (mediamente dotati di una buona capacità di spesa).

Contestualizzando la questione, si tenga conto del fatto che i pochi dati raccolti dall'ISTAT nel 2012 riconducibili a forme di ecoturismo segnalano come questo comparto economico sia in forte aumento in Lombardia, a fronte della crescente sensibilità per le tematiche ambientali. Inoltre, per la velocità a cui sta evolvendo questo settore, gli studi citati andrebbero entrambi quantitativamente aggiornati. Al di là delle considerazioni puntuali, è comunque evidente che l'ecoturismo possa essere un'importante componente economica per le zone rurali, oltre ad essere un esempio di come circuiti economici che esulano dalla funzione produttiva possano coinvolgere il sistema bosco.

Comunque sia, questo fenomeno deve essere osservato e gestito con un'ottica di lungo periodo, anche in relazione ai fattori d'incertezza che gravano sui sistemi forestali, principalmente cambiamenti climatici e incertezza del mercato dei prodotti e servizi forestali (Ducoli, 2012). Non è infatti da escludere una ripresa del mercato interno dei prodotti legnosi, che già in alcune realtà locali sembra di poter avvertire, nel caso in cui i fattori determinanti la scarsa competitività della produzione interna mutassero. Elementi di variabilità sono, ad esempio: il *Regolamento Europeo 995/2010/EU* (meglio noto come *EU Timber Regulation*) volto a contrastare il fenomeno dell'importazione di legno illegale; la validità scientifica dell'impiego di pratiche tipiche della selvicoltura agronomica, poiché alcuni fronti accademici affermano che questa implichi costi ecologici e (dunque) economici troppo elevati (Giannini & Susmel, 2006), se non addirittura “*notevoli danni ambientali*” (Del Favero, 2004)<sup>3</sup>.

---

3 “*Il selvicoltore ha sempre la possibilità di individuare ed applicare un modello culturale che non rispetti il*

Dunque, in ultima analisi, la diversificazione degli stakeholder, elemento stabilizzante per qualsiasi circuito economico, è un fatto oggigiorno imprescindibile per un'efficace gestione forestale. Tuttavia sviluppare forme di gestione del bosco in tal senso non è semplice, data la contrapposizione ad altre forme più tradizionali dalla più immediata valenza economica. Occorre che siano la pianificazione forestale e la selvicoltura ad indicare i percorsi più adatti a massimizzare le funzioni del bosco, esplicitando altresì quale sia l'indotto economico che ne deriva (a tutti i livelli).

La questione economica resta di estrema attualità per le Scienze forestali, tuttavia questo non è il solo elemento che a livello nazionale e, in parte, internazionale, ha innescato da qualche decennio una fase di *“profonda revisione e rimessa in discussione dei propri metodi e obiettivi”*<sup>4</sup> (Ducoli, 2012). Infatti ad aumentare la complessità di questo processo autocritico c'è la consistente presa di coscienza, a livello globale, della fragilità degli ecosistemi e dei rischi conseguenti una loro gestione scorretta e squilibrata. La *Conferenza di Rio sulla biodiversità* del 1992 è uno dei più importanti esempi della consapevolezza acquisita a riguardo. In campo forestale, nel secolo scorso, il forte approfondimento delle conoscenze scientifiche ha portato ad un progressivo allontanamento dal paradigma secondo cui: *“Selvicoltura è la scienza avente per oggetto il migliore sfruttamento economico possibile dei terreni coperti di boschi”*. Piuttosto si è compreso che l'obiettivo primario deve essere quello di attuare una gestione forestale sostenibile, al fine di custodire l'immenso valore del patrimonio forestale, pur tutelandone l'utilizzo da parte dell'uomo. Per fare ciò non è più sufficiente prelevare l'incremento senza intaccare il capitale legnoso (presupposto classico dell'assestamento forestale per la *“durevolezza”* del bosco): è anche necessario tutelare la biodiversità a più livelli. Questa complicazione, unitamente alla difficoltà di base nell'operare all'interno dell'ecosistema forestale, richiede alle scienze forestali uno sforzo notevole per individuare le migliori modalità di intervento nello spazio e nel tempo. *“Il selvicoltore ha quindi il compito di dover gestire un bene complesso, modulando le proprie scelte tra le necessità ecologiche dei soprassuoli e le più diverse contingenze esterne”* (Ducoli, 2012). La vera *“arte di fare Selvicoltura”* sta oggi nel saper scegliere fra le molte possibili linee gestionali *“quella ecologicamente ed economicamente sostenibile, cioè capace di soddisfare le esigenze del bosco e dell'uomo”* (Del Favero, 2004).

Tali questioni *“impongono, più che in passato, maggiore cautela nelle scelte, suggerendo in ogni caso di procedere evitando forme esclusive di gestione dei soprassuoli”* (Ducoli, 2012).

---

*funzionamento del sistema, ma che piuttosto plasmò il bosco in modo da renderlo massimamente efficiente nel soddisfare le proprie esigenze. Questa sua scelta comporterà però costi via via crescenti quanto più il modello non seguirà il funzionamento proprio di quel bosco”* (Del Favero, 2004).

4 Per alcuni spunti si vedano: Ciancio, 2009; Del Favero, 2006; Giannini & Susmel, 2006; Pignatti, 2011a; Paci, 2004. Per riflessioni a livello internazionale invece: Schutz, 1999; Gamburg & Larsen, 2003.

Infatti la *gestione esclusiva di un soprassuolo* mira a valorizzare esclusivamente una determinata funzione, a scapito di quelle funzioni che non sono facilmente integrabili tra loro e pertanto richiedono una particolare attenzione sia in fase di pianificazione che di gestione. Queste ultime tipicamente rispondono a esigenze di:

- *produzione legnosa;*
- *protezione da disturbi abiotici;*
- *tutela della biodiversità;*
- *valorizzazione del paesaggio;*
- *valorizzazione turistico-ricreativa e socio-culturale.*

Tali “necessità” spesso si traducono nella pianificazione forestale in un sistema di classificazione che assegna ad ogni *compresa forestale* assestata una *funzione prevalente* o *attitudine*. Nella fattispecie del Parco dell'Adamello con la realizzazione del Piano di Settore Foreste c'è stata una definizione più rigorosa delle attitudini, che ha permesso, per l'area di studio finora valutata (alto Parco), di effettuare una zonizzazione su base multi-criteriale, considerando le caratteristiche del sito (fisiche, topografiche, economiche e vincolistiche) e la vocazione del tipo forestale (ad esempio un *Betuleto* ha per sua natura un'elevata valenza paesaggistica). Una suddivisione del territorio in ampie superfici è di indubbia utilità, dato che un'attitudine prevalente dei soprassuoli, considerando vocazione del tipo forestale e caratteristiche del sito, certamente esiste. Tuttavia ciò porta spesso a trascurare la *valorizzazione multifunzionale* del soprassuolo a livello di singola particella, la cui rilevanza appare ben comprensibile qualora se ne approfondiscano le basi concettuali.

Applicare una selvicoltura in ottica di multifunzionalità del bosco significa essenzialmente prendere coscienza che la durata media del ciclo biologico di una generazione umana è generalmente inferiore alla durata media del ciclo biologico di un soprassuolo forestale.<sup>5</sup> Quindi non è sempre possibile, come invece lo è per i soprassuoli agrari in cui le specie sono tipicamente annuali, agire modificando con efficacia, nel breve-medio periodo, le funzionalità prevalenti di una foresta e/o intervenire più o meno facilmente con un approccio per tentativi. Se così non fosse si potrebbe applicare una selvicoltura più agilmente modulabile nello spazio e nel tempo sulle esigenze socio-economiche umane. Inoltre i fattori di incertezza ecologici ed economici che gravano sui sistemi forestali, rendono necessaria una buona flessibilità degli ecosistemi che devono essere in grado di reagire a disturbi biotici e abiotici, e saper rispondere a esigenze anche diverse da quelle per cui ne era stata pianificata la gestione.

---

5 “Sono i lunghi tempi della gestione forestale a rappresentare il maggior limite concettuale nell'applicazione dei metodi della Selvicoltura” (Ducoli, 2012).

Ducoli (2012) a riguardo offre un efficace esempio applicativo: *“Si consideri ad esempio una qualsiasi Pecceta mesofila in ambito alpino: la più immediata idea di gestione che si possa immaginare per questo tipo di bosco si colloca negli ambiti dell’Altofusto per la produzione di legname da opera. Questa stessa scelta, che appare così tecnicamente ovvia, presuppone che si dia per scontato che gli assortimenti legnosi dell’abete rosso siano richiesti dal mercato allo scadere del turno (ipoteticamente 80 anni), oppure che le condizioni vegetative ideali dell’abete rimangano inalterate per un periodo così lungo. Tali ipotesi sono obiettivamente imprevedibili, così come, per assurdo, lo è anche l’esatto contrario. È quindi facile capire quali possano essere le difficoltà che da sempre accompagnano i selvicoltori nella scelta delle migliori strategie gestionali del bosco”*. Questo significa attuare il concetto di multifunzionalità nella gestione forestale: **contrastare nel lungo periodo l’incertezza del futuro dell’uomo nel bosco**.

### **2.3. La gestione forestale nel Parco dell’Adamello: natura, biodiversità e paesaggio**

L’impiego di cosiddetti *Sistemi gestionali aperti*, che abbiano come principale obiettivo la *valorizzazione multifunzionale* dei soprassuoli sulla base di modelli selvicolturali di riferimento<sup>6</sup>, sembra essere oggi la migliore tra le alternative **possibili** per:

- **nel breve periodo**, attuare la gestione forestale sapendo sfruttare nuove nicchie economiche e potenzialità del mercato, legate in Italia soprattutto ai Prodotti Forestali Non Legnosi e ai Servizi offerti dal bosco.
- **nel lungo periodo**, riuscire a garantire la possibilità alle generazioni future di fruire delle foreste. Ciò implica: 1) la tutela della sopravvivenza degli ecosistemi forestali, la cui funzionalità dipende strettamente dal patrimonio genetico, base della biodiversità (Giannini & Susmel, 2006); 2) la tutela delle diverse funzioni della foresta, per garantire, nonostante l’estrema volubilità del mercato, la possibilità economica, quindi pratica, di attuarne la gestione.

Queste considerazioni interessano nella fattispecie il patrimonio forestale del Parco dell’Adamello, dove:

---

<sup>6</sup> Lo studio con finalità prettamente operative del funzionamento di unità sistemiche dotate di una certa omogeneità, quali sono le *tipologie forestali* (Del Favero, 2004), permette di costruire modelli selvicolturali, necessari per ridurre di molto il numero delle scelte colturali possibili per un determinato soprassuolo. Al contempo adottare un sistema gestionale aperto significa cercare di attuare interventi gestionali che permettano di mantenere un buon ventaglio di possibilità per poter correggere le scelte “in corso d’opera”.

- la scarsa accessibilità dei soprassuoli, la debole ramificazione della rete viaria *agro-silvo-pastorale* e altre contingenze (Tabella 2.2) rendono la produzione legnosa interna particolarmente poco concorrenziale.
- i boschi, come nel resto della Valle Camonica, per avverse ragioni storiche sono stati interessati da massicci e irregolari interventi antropici e quindi fortemente impoveriti in termini di biodiversità.

#### **Elementi di sicuro contrasto dell'incertezza**

Flessibilità. *Adozione di metodi e programmi gestionali elastici, che siano meglio adattabili a repentini cambiamenti di contesto.*

Efficienza ed efficacia (sostenibilità economica degli interventi). *Gli interventi devono muoversi partendo da solide basi ecologico-ambientali-paesaggistiche, ma devono altresì trovare conferma nella sostenibilità economica degli stessi. Si tratta di una condizione necessaria affinché gli obiettivi prefissati trovino adeguati consensi (la non sostenibilità economica degli interventi e la loro non piena condivisione d'intenti renderebbero di fatto fragile l'intero sistema).*

*Tabella 2.1: "Elementi di sicuro contrasto dell'incertezza" nella gestione forestale secondo Ducoli (2012).*

#### **Principali problemi deprimenti la capacità concorrenziale del legno locale**

Scarsa accessibilità dei soprassuoli. *Solo il 45% delle superfici boscate in valle camonica sono classificate come "Facilmente accessibili").*

Carenze della viabilità agro-silvo-pastorale. *Pessima manutenzione, elevate pendenze longitudinali, tornanti stretti, fondo dissestato e sezioni limitate.*

Caratteristiche tecnologiche del legno scadenti. *Presenza di marciumi e carie, nodosità, ampiezza irregolare degli anelli di accrescimento, rastrematura eccessiva, insufficienti dimensioni ipso-diametriche.*

Diffuso frazionamento delle superfici forestali, pubbliche e private. *Riduzione dell'efficacia degli indirizzi tecnici e amministrativi di gestione forestale.*

Scarsa continuità dell'offerta. *Difficoltà nel mantenere un adeguato e costante livello di forniture sia in termini qualitativi che quantitativi e nel selezionare lotti di legname di qualità adeguate e rispondenti alle sempre più specifiche richieste del settore.*

*Tabella 2.2: Principali problemi deprimenti la capacità concorrenziale del legno locale peculiari della filiera bosco-legno in Valle Camonica (Fontana, 2012).*

Perciò queste contingenze, a livello globale e locale, sono prese in considerazione nel Piano di Settore Foreste, all'interno del quale sono dichiarati i *principi fondamentali della gestione forestale nel Parco dell'Adamello*:

- **Ridurre la banalizzazione compositiva e strutturale dei versanti (aumento della biodiversità).** L'aumento della magnitudo di eventi estremi, biotici e abiotici, suggerisce di intervenire prioritariamente verso il riordino delle diffuse situazioni monocolturali e monostrutturali. In particolare si vuole controllare la diffusione di specie mesofile, dovuta all'abbandono colturale dei castagneti da frutto e della pratica del ceduo nel caso dei

castagni (*Castanea sativa*) e ai numerosi rimboschimenti effettuati nel secolo scorso nel caso dell'abete rosso (*Picea abies*).

- **Adottare linee d'indirizzo per la tutela e valorizzazione delle “specie obiettivo”.** Indipendentemente dalle previsioni e dalle strategie gestionali che ne conseguiranno, si ritiene opportuno adottare una vera e propria politica di salvaguardia delle specie e delle tipologie più “sacrificate” in passato, quali: *Quercus spp.*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba* e *Pinus cembra*, chiamate nel loro complesso “specie obiettivo”. Sono state istituite anche dei *tipi forestali obiettivo*, oltre a quelli caratteristici di specie obiettivo, per favorire la tutela e salvaguardia di tipologie minori e/o relitte. Queste sono: *Formazioni particolari del maggiociondolo alpino*, *Formazioni particolari del sorbo degli uccellatori*, *Pecceta azonale su alluvioni*, *Pineta di pino silvestre primitiva di rupe* e *Formazioni di falda detritica*.
- **Favorire la gestione capillare dei soprassuoli e l'accorpamento delle superfici.** Infatti la diffusa parcellizzazione delle superfici forestali, di soprassuoli pubblici e privati, riduce notevolmente l'efficacia delle direttive di settore.
- **Monitorare le situazioni non gestite e/o comunque non gestibili.** Ciò significa che qualora le scelte programmatiche prevedano la libera evoluzione naturale (riserve integrali, formazioni particolari, aree a vocazione protettiva, soprassuoli inaccessibili, ecc.), occorre attuare un adeguato sistema di monitoraggio fitosanitario e idrogeologico.
- **Contenere entro certi limiti le utilizzazioni forestali effettuate in assenza di indirizzo tecnico (libera gestione).** In questo modo è possibile mantenere un archivio piuttosto completo di dati, grazie al quale è possibile effettuare le valutazioni necessarie alla modulazione della pianificazione forestale.
- **Cercare il massimo coinvolgimento di tutte le tipologie di operatori del settore foreste (faunisti, naturalisti, micologi, ecc.),** al fine di “contenere il congenito rischio di settorializzazione autoreferenziale della Selvicoltura” (Ducoli, 2012).
- **Valutare le situazioni più vulnerabili di fronte al cambiamento climatico in atto.** Le proiezioni di cambiamento climatico per il prossimo secolo sull'arco alpino segnalano un più che significativo innalzamento altitudinale delle fasce fito-climatiche calde. Tra le varie problematiche connesse è da prevedere un progressivo innalzamento della quota media di stazionamento dell'abete rosso e del castagno, tale da “suggerire, in primis, di proseguire la capillare politica di deconiferamento del basso versante, ma anche quella di rinaturalizzazione delle situazioni secondarie di entrambe le specie” (Ducoli, 2012)

Da questi principi ed altre indicazioni tecnico-amministrative presenti nel piano (riportate nel dettaglio nell'Appendice A) risulta *in primis* che la fisiologica vocazione naturalistica e paesaggistico-fruttiva dell'area protetta è tenuta fortemente in considerazione. Ciononostante la valorizzazione delle altre funzioni a livello di singoli soprassuoli non è assolutamente trascurata nel Parco dell'Adamello:

- *Funzione produttiva.* Questa funzione è valorizzata in modo netto nel bosco montano di conifere e nei boschi di castagno, ma interessa, se pur in grado minore, anche altri popolamenti forestali. Ciò accade perché attualmente la funzione produttiva è pressoché l'unica in grado di garantire la mobilitazione di risorse, economiche e umane, per attuare la gestione delle foreste; perciò una sua valorizzazione è necessaria nella quasi totalità dei casi. L'obiettivo gestionale primario in tal senso è la massimizzazione del reddito in modo compatibile con il funzionamento degli ecosistemi forestali e con le finalità istitutive del Parco. A tal fine è adottato un approccio gestionale che miri alla valorizzazione dell'offerta di legname locale e al potenziamento del sistema locale d'impresa; per attuare al meglio questi concetti sono fondamentali gli indirizzi amministrativi proposti nel Piano di Settore Foreste (Appendice A), nonché ovviamente un'adeguata pianificazione forestale.
- *Funzione protettiva.* "Nel senso più ampio del termine l'attitudine protettiva del bosco si riferisce sia alla capacità indiretta di protezione idrogeologica, contribuendo alla regimazione delle acque e alla difesa dall'erosione, sia alla capacità diretta dei boschi di proteggere attività umane, infrastrutture e altri soprassuoli da pericoli naturali (valanghe, frane, caduta massi, ecc.)" (Piano di Settore Foreste). La necessaria tutela e valorizzazione di questa funzione del bosco ovviamente non è discutibile. In caso di prevenzione del dissesto idrogeologico o di danni a persone o cose, infatti, le *Norme forestali regionali* (R. R. 5/2007) prevedono che si possa agire in deroga alle stesse e alla pianificazione forestale. Altresì le indicazioni tecniche del piano di settore prevedono, nello specifico, la possibilità di ricorrere a tagli intensivi per comprovate necessità di protezione idrogeologica. Inoltre per quanto riguarda la protezione dagli incendi boschivi è previsto il "contrasto delle situazioni di monospecificità, la conversione in altofusto dei cedui (con particolare riferimento ai castagneti), la valorizzazione di formazioni minori, ecc".
- *Funzione naturalistica.* Il Parco dell'Adamello, come detto, è in prima linea per quanto riguarda la tutela (e/o il recupero) della biodiversità (Appendice A). Infatti numerose indicazioni tecniche e principi di gestione sono riferiti a questo fine, ambizioso e complesso considerata la storia delle foreste della Valle Camonica (Appendice B). Nello specifico per le formazioni forestali sono fondamentali: la riduzione della banalizzazione dei versanti, la tutela di *tipi forestali e specie obiettivo*, la promozione della complessità

fisionomico-strutturale dei soprassuoli, il rilascio alla libera evoluzione naturale ove prioritaria e/o possibile, la tutela di *specie accessorie*, il rilascio di necromassa in bosco, la pratica di una “*selvicoltura modulata*”. In particolare la strategia delle specie e tipologie obiettivo dà un forte contributo al recupero di biodiversità, il cui scarso livello è preoccupante già a livello macroscopico. La sporadicità di specie come *Fagus sylvatica* e certe *latifoglie nobili* appare, infatti, un'anomalia per un'area protetta ben inserita nel contesto dell'arco alpino qual è il Parco dell'Adamello. Perché l'ampia variabilità di fattori ecologici a queste latitudini dovrebbe favorire la presenza di una vasta gamma di formazioni forestali e *in primis* buona parte di quelle caratteristiche delle specie obiettivo. Oltre alla tutela dei soprassuoli arborei in sé sono molte anche le misure attuate per la tutela delle specie animali, ovvero dell'ecosistema nel suo complesso; tra queste ad esempio: la promozione della tutela di tutte le specie vegetali ad elevata valenza faunistica e la protezione dei così detti “*punti acqua*”. Come ultima considerazione si vuole evidenziare come la tutela della biodiversità sia un fattore di contrasto dell'incertezza ecologica di lungo periodo (danni alla funzionalità degli ecosistemi a causa dei cambiamenti climatici in atto o altro). Poiché una buona resilienza è caratteristica di ecosistemi con una buona biodiversità inter- e intra- specifica, ogni intervento che valorizzi la biodiversità nel Parco dell'Adamello è di certo positivamente correlato al mantenimento nel lungo periodo delle altre funzioni (Giannini & Susmel, 2006).

- *Funzione paesaggistica*. Il concetto di *paesaggio* nel secolo scorso ha subito notevoli cambiamenti. La *Convenzione europea del paesaggio*, nel 2000, ne ha dato questa definizione: «*"Paesaggio" designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*» (Capitolo 1, art. 1 lettera a). In quest'ottica il concetto di paesaggio forestale include tradizioni e culture che legano le popolazioni locali ai boschi. Tuttavia, ad oggi, la discussione a riguardo in campo forestale non è stata approfondita in modo tale da permettere di delineare le conseguenze di un simile approccio sul piano operativo-gestionale. Dunque, in questa sede, parlando di paesaggio forestale ci si riferisce più semplicemente all'aspetto estetico; in questo senso è molto meno complesso individuare quali siano le strategie che mirino a valorizzare questa funzionalità del bosco. Di certo ogni azione atta a tutelare specie o tipi forestali rari (specie obiettivo, accessorie e formazioni particolari), ovvero ad arricchire il paesaggio forestale, contribuisce indirettamente a questo scopo. Più nello specifico, per individuare le diverse “qualità estetiche” dei tipi forestali si utilizzano indicatori come il *pregio cromatico* o simili (Del Favero *et al.*, 2000). Nel Piano di Settore Foreste, come già accennato, una categorizzazione delle vocazioni dei tipi forestali è stata realizzata anche sotto il profilo

paesaggistico per le formazioni presenti nell'area finora esaminata (alto Parco).

- *Funzione turistico-ricreativa e socio-culturale.* Questa funzione delle foreste del Parco dell'Adamello comprende due aspetti diversi, che in questa fase è utile scindere: aspetto sociale e aspetto economico. Il benessere collegato alla fruizione dell'ambiente bosco, da parte delle popolazioni locali e dei visitatori temporanei, ovvero la funzione sociale della foresta, è un argomento di recente approfondimento scientifico, in parte legato al più recente concetto di paesaggio (AA. VV., 2009). La valorizzazione di questo aspetto si realizza in modo sostanziale garantendo al meglio la fruizione delle foreste, tramite mantenimento di una buona accessibilità e percorribilità dei soprassuoli. Per quanto concerne l'aspetto economico ci si riferisce agli aspetti legati all'ecoturismo, di cui si è trattato nel paragrafo precedente. Per favorire l'espletamento di tale funzione nell'area protetta si punta ad esempio a valorizzare *alberi e soprassuoli monumentali*, nonché soprassuoli interessati da particolare afflusso turistico, per i quali è necessario adottare specifiche forme di gestione *ad hoc*. Altresì nel Parco si procede istituendo percorsi tematici in aree boscate di rilevanza socio-culturale oppure tramite cartellonistica volta a coinvolgere il fruitore nel sistema naturale che lo circonda o ancora organizzando escursioni. Da ultimo la tutela e il “miglioramento” del paesaggio forestale, nel rispetto dei meccanismi naturali, aumentano certamente il potenziale delle foreste del parco. L'insieme di misure citate può favorire le più tradizionali forme di turismo, ma anche la fruizione da parte di nuove tipologie di turisti, più specificatamente interessati al ricco contesto naturale (botanici, micologi, faunisti, naturalisti, ecc.).

#### **2.4. L'intervento di taglio culturale del 2007**

Una efficace esempio di quanto appena riportato riguardo l'intenzionalità e le modalità di programma nel Parco dell'Adamello è l'intervento realizzato nel 2007 nella particella n° 27 del Piano di Assestamento Forestale di Ceto: “*Intervento di taglio culturale per il soddisfacimento degli usi civici in Comune di Ceto*”. Nonostante l'esplicita connotazione produttiva è stato individuato come tipico esempio di valorizzazione multifunzionale, perché, accanto alle necessità di soddisfacimento degli *usi civici*, non sono trascurate le altre funzioni del bosco. Dalla relazione tecnica si evince quanto segue:

- *in primis l'invecchiamento diffuso del soprassuolo* (ultimo taglio esteso effettuato presumibilmente da oltre 40 anni) ha reso sconsigliabile adottare forme intensive del governo a ceduo, considerata la probabile regressione della capacità pollonifera. Ciò che è

stato ipotizzato, piuttosto, è la “*conversione a fustaia attuabile per gradi successivi*”. L'obiettivo di lungo periodo è quello di ottenere un soprassuolo a prevalenza di querce nel piano dominante, riservando lembi di bosco ceduo nelle aree a maggior pendenza (ceduo “naturale” dell’*Orno-ostrieto*); si ritiene di gradualizzare tale obiettivo passando da una sorta di *ceduo composto*, lasciando che siano le “risposte” di medio periodo da parte del soprassuolo, a consentire di valutare la possibilità di tornare al *ceduo semplice* qualora non siano verificabili le condizioni minime per la *fustaia* (affermazione dei portaseme).

- il soprassuolo necessita di un “*significativo riordino colturale*” anche con **finalità protettive**. In tempi recenti (1988 e 1993) si sono verificati incendi che, nelle aree maggiormente colpite, hanno provocato l'ingresso di piante nitrofile e la “*regressione fisionomica del soprassuolo*”. Come confermato da Del Favero (2004), le formazioni degli *Orno-ostrieti* sono particolarmente suscettibili allo sviluppo del fuoco, perciò ridurre la massa legnosa fisiologicamente passiva presente in bosco è certamente un importante e necessario atto di prevenzione. Inoltre in caso di incendio, a causa dell'erosione del *collante* (il suolo) e dei danni fisiologici, in stazioni forestali rupicole come quella in oggetto, tende ad aumentare il rischio di precipitazione di massi, già mediamente elevato per le caratteristiche del suolo calcareo-marnoso.
- il **coniferamento** del sito e la diffusione secondaria del **castagno** determinano in questo tipo di situazioni una significativa *banalizzazione compositiva*, con conseguente devalorizzazione di tutte le principali funzioni. Questi fenomeni sono facilitati dal succedersi di tagli intensivi e parziale abbandono colturale; infatti, consultando il piedilista degli alberi autorizzati al taglio, è possibile dedurre che il coniferamento (con *Picea abies* e *Larix decidua*) sia avvenuto contestualmente all'abbandono gestionale del ceduo.

L'intervento proposto, in relazione alle criticità riportate, ha previsto:

- **Riordino colturale mediante eliminazione delle conifere in eccesso e del castagno invecchiato.** Deconiferamento dell'area e contenimento del castagno (la cui presenza non si concilia con il substrato carbonatico del versante), hanno lo scopo di favorire le specie di latifoglie più adatte a questo tipo di stazione forestale.
- **Riqualificazione fisionomico-strutturale del soprassuolo di querceto e orno-ostrieto.** Il taglio ha previsto il riordino delle ceppaie, sottoposte a “cura” mediante il taglio dei polloni peggiori, e la valorizzazione dei soggetti migliori nati da seme, soprattutto di quercia ma anche di carpino nero e di orniello (“*selvicoltura d'albero*”); allo stesso modo si è proceduto alla valorizzazione delle altre *specie obiettivo* e delle *specie accessorie*,

secondo le indicazioni tecniche del *Piano di Settore Foreste*. Questo passaggio è ritenuto imprescindibile per l'affermazione dei *portaseme* e, per lo stesso motivo, l'intervento ha mirato a mantenere elevati livelli di copertura, per contenere gli effetti negativi causati dal cambio di insolazione relativa successivo al taglio (perdita di funzionalità fisiologica degli alberi rilasciati dovuti al riscoppio di numerosi rami epicormici, nonché affermazione di arbusti nitrofilii). Questi due aspetti, taglio di soggetti ostacolanti e mantenimento di un buon grado di copertura, hanno calibrato l'operazione di contrassegno degli alberi da rilasciare. Per il resto è stata autorizzato, per ceduzione, il prelievo di circa 3500 q di legname di latifoglie, quasi esclusivamente di carpino nero e orniello.

Oltre a questo tipo di considerazioni, nella relazione sono espresse fondamentali previsioni di medio termine:

Aspetti culturali. Il soprassuolo dovrebbe mostrare evidenti segnali di ripresa incrementale (maggior sviluppo soprattutto dei soggetti di maggiore dimensione di quercia). Comunque il rilascio di carpino e orniello consentirà di valutare al prossimo intervento un'operazione di taglio anche estesa, che ne limiti la presenza ai soli soggetti aventi portamento di rilievo paesaggistico. Il mantenimento di elevati tassi di copertura favorirà un minor ingresso di rovi e il contenimento dell'espansione del castagno e delle conifere a favore sia dei livelli produttivi del soprassuolo, sia del contenimento dei rischi di incendio boschivo (sottobosco erbaceo).

Aspetti paesaggistici e naturalistici. La possibilità di valorizzare la fustaia di quercia (cerreta e querceto di Roverella), nel corso di questi ultimi anni visibilmente in regresso sull'intero territorio regionale, consentirà di mantenere un bosco di grande interesse paesaggistico e notevole valore naturalistico (forestale, botanico e faunistico).

*Alla luce di quanto evidenziato si può ipotizzare un successivo intervento, attuabile anche a scaglioni successivi (tagli quinquennali di 1500 q.li), che preveda entro il prossimo ventennio di ottenere un soprassuolo maturo a prevalenza di quercia costituito da 300-350 alberi ad ettaro, valutandone inoltre la possibilità di sgombero nel lungo periodo qualora si osservino buoni tassi di rinnovazione naturale.*

Dai contenuti del progetto emerge chiaramente l'orientamento alla valorizzazione non esclusiva del soprassuolo. L'intervento avvia il popolamento verso una sorta di conversione in altofusto (impropria per assenza delle condizioni strutturali e comunque ipotetica per la natura stessa della topografia e della morfologia del versante), con piano dominato occupato dal

ceduo di *Orno-ostrieto*, e *corredo arboreo* (piano dominante in *sensu latu*) a netta prevalenza di querce. L'adozione di un sistema gestionale comunque aperto consente di procrastinare decisioni in merito a necessità sia di tipo intensivo (ritorno al bosco ceduo), sia di altra natura (valorizzazione della fustaia di quercia), senza incidere sulle esigenze di breve periodo (soddisfacimento degli usi civici). Altresì è fondamentale evidenziare come l'attuale configurazione fisionomico-strutturale del soprassuolo consenta la valorizzazione delle altre funzioni del bosco (natura, raccolta di funghi, svago, cultura e paesaggio).

### **3. Materiali e metodi**

In questo capitolo vengono fornite le conoscenze preliminari inerenti la descrizione della stazione, fondamentali per comprendere risultati esposti e relative discussioni (*materiali*). Inoltre si descrivono le modalità di rilievo in campo e di elaborazione dei dati raccolti tra l'aprile e il maggio 2014 (*metodi*).

La fase preliminare di consultazione di dati preesistenti ha previsto l'esaminazione di diverso materiale, *in primis* il *Piano di Assestamento della proprietà silvo-pastorale del Comune di Ceto*. Nella fase di campo sono state realizzate l'analisi floristica e pedologica, nonché il rilevamento dendro-auxometrico del soprassuolo arboreo, l'analisi della rinnovazione e un'analisi qualitativa dello stato di vigoria delle querce nate da seme.

#### **3.1. Scelta dell'area di studio: la particella n° 27**

Una prima fase di individuazione ha portato alla selezione di un intervento, realizzato su una superficie di circa 15 ha, all'interno di una particella di circa 54 ha. Esaminando l'intervento è emerso il complesso mosaico vegetazionale costituente il soprassuolo della superficie particellare. Dato il carico di lavoro richiesto per questo studio sono state valutate due possibilità: 1) esaminare più contesti stazionali, ovvero aumentare la variabilità dei campioni, in modo da rendere i risultati nel complesso più rappresentativi e facilmente estendibili all'intera particella; 2) esaminare una sola stazione ma approfondendo un maggior numero di aspetti, anche a scapito della rappresentatività a scala particellare.

Considerati gli obiettivi della tesi si è data priorità ad una analisi del secondo tipo. Infatti non si è ritenuta di massima importanza la rappresentatività, dato che in questa sede si vuole analizzare la valorizzazione delle diverse funzioni da parte dell'intervento, piuttosto che considerare uno o pochi aspetti dell'intervento in contesti più o meno differenti. Tale scelta è altresì mossa dalla convinzione che una conoscenza il più possibile approfondita del soprassuolo e delle condizioni stazionali, unitariamente alla conoscenza, per quanto possibile, dei meccanismi che regolano il funzionamento del sistema, sia un presupposto insostituibile per uno studio di questo tipo.

## 3.2. L'ambiente di studio

### 3.2.1. Inquadramento territoriale e amministrativo

Il contesto amministrativo entro cui è inserito il soprassuolo preso in esame è quello del territorio di proprietà del *Comune di Ceto* (BS), località “*Serét*” o “*Solivi*”. La redazione del più recente *Piano di Assestamento della proprietà silvo-pastorale del Comune di Ceto* si è conclusa nel 2006, ad opera del Dott. For. Mauro Benigni, direttore del *Consorzio Forestale Pizzo Badile*, ente gestore. Il nuovo piano ha previsto, rispetto al precedente, la ridefinizione di alcune particelle in merito a confini territoriali e numerazione. In particolare la particella forestale n° 27, oggetto di studio in questo lavoro, è stata suddivisa dal nuovo piano in n° 35 e n° 35a. Le operazioni di taglio sono state effettuate nel 2007, ma la programmazione dell'intervento come anche l'operazione di martellata delle matricine sono avvenute a fine 2006, perciò la documentazione tecnica a riguardo si riferisce alla vecchia numerazione, che quindi continuerà ad essere utilizzata anche qui.

La suddivisione del territorio in particelle, operata dai *Piani di assestamento*, ha una connotazione fortemente fisiocratica finalizzata alla gestione degli interventi all'interno delle proprietà. Il *Piano Territoriale di Coordinamento* (PTC), strumento cardine di gestione del Parco dell'Adamello approvato con *Delibera della Giunta Regionale n° 7/6632 del 29 ottobre 2001*<sup>7</sup>, propone invece una zonizzazione territoriale di maggiore scala che, nella fattispecie, ha previsto l'inserimento dell'area dei *Solivi di Ceto* in una cosiddetta *Zona di Particolare Rilevanza Paesistico Ambientale* (ZPRPA). Zone di questo tipo sono state istituite con le medesime finalità e motivazioni delle riserve naturali, anche se, non essendo tali, ovvero essendo escluse dal parco naturale, prevedono regimi di tutela meno restrittivi. Infine, occorre non dimenticare che l'area confina con il *Sito di Importanza Comunitaria IT2070005 “Pizzo Badile – Alta Val Zumella”*.

### 3.2.2. Inquadramento geografico e topografico

La particella forestale n° 27 ricade all'interno del sottobacino idrografico del *Torrente Palobbia*, sul versante orografico destro della *Val Paghèra*. Questa si sviluppa con andamento prevalente *Est-Ovest* trovando sbocco nella media Valle Camonica, presso l'abitato di Ceto; questo orientamento fa sì che l'esposizione del sito sia *Sud/Sud-Ovest*. I versanti sono in

---

7 “Lo strumento cardine di gestione del Parco è il Piano Territoriale di Coordinamento (PTC), approvato (...) e successivamente integrato (...) delle Norme Tecniche di Attuazione del PTC (NTA). Tali norme, che contengono le regole di gestione del territorio del Parco e delle sue riserve naturali, forniscono puntuali linee di indirizzo gestionale del patrimonio forestale (art. 40), demandandone l'applicazione di dettaglio alla redazione di uno specifico Piano di Settore Foreste, già redatto nel corso del 2008 e adottato con *Delibera dell'Assemblea della Comunità Montana di Valle Camonica n. 10 del 18.04.2011.*” (Ducoli, 2012)

media piuttosto ripidi, com'è tipico delle valli laterali in questa zona.

L'accesso più agevole alla particella avviene tramite viabilità *agro-silvo-pastorale* che collega il sito con l'abitato di Ceto, a distanza di circa 2,5 km. Altri accessi sono possibili a partire da un'altra strada che costeggia il margine superiore della particella.

La percorribilità interna della particella non è ottimale, data l'elevata pendenza e la presenza di lembi rupicoli; tuttavia tale condizione, caratteristica di questo tipo di formazioni forestali, non rende la fase di esbosco eccessivamente problematica.

Queste considerazioni sono confermate in Tabella 3.3., dove sono presentate le principali caratteristiche topografiche e morfometriche del sito.

<i>Coordinate (WGS_84)</i>	Lat="45.99311430278403" Long="10.362581347260349"
<i>Esposizione</i>	Sud/Sud-Ovest
<i>Pendenza min</i>	33 %
<i>Pendenza max</i>	90 %
<i>Pendenza media</i>	62 %
<i>Altitudine min</i>	690 m s.l.m.
<i>Altitudine max</i>	1020 m s.l.m.
<i>Altitudine media</i>	855 m s.l.m.
<i>Accessibilità</i>	Buona, grazie alla rete viaria agro-silvo-pastorale
<i>Percorribilità</i>	Discreta. Non facilmente <i>trattorabile</i> in alcuni tratti.

Tabella 3.3: Principali caratteristiche topografiche e morfometriche della particella forestale n° 27 del Piano di Assestamento Forestale di Ceto (BS), in località "Solivi di Ceto".

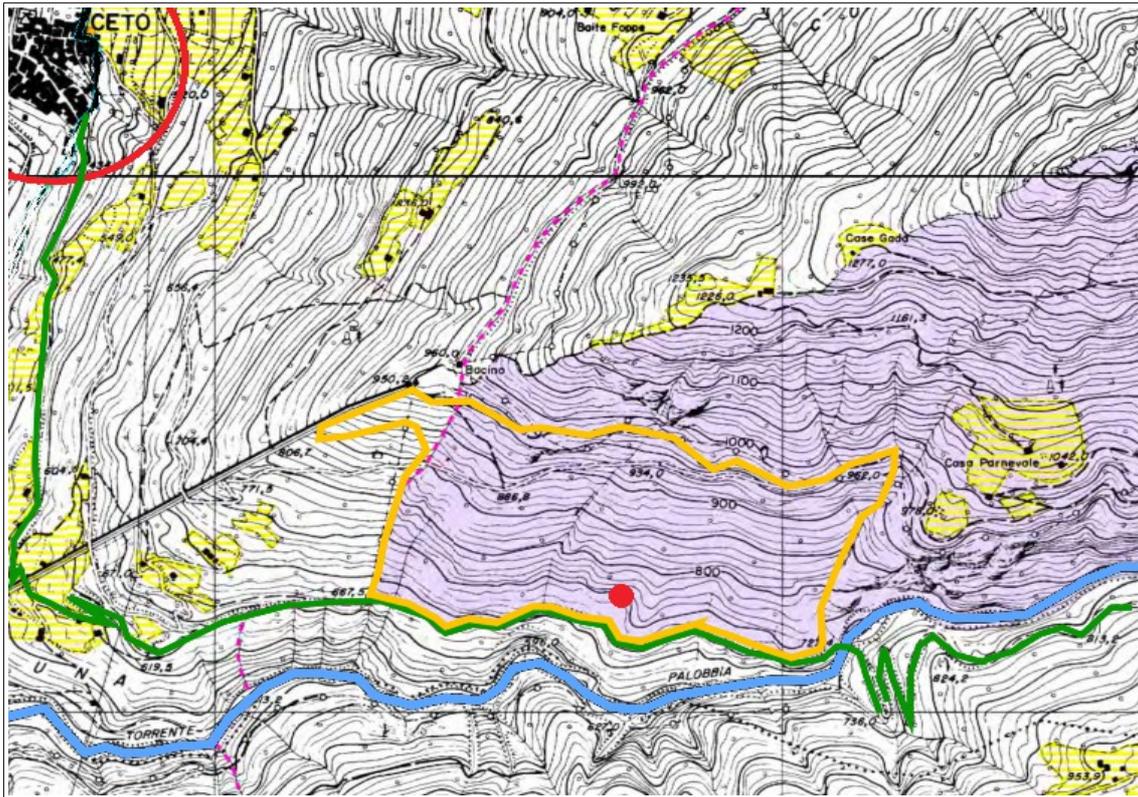


Figura 3.1: CTR della località “Solivi di Ceto” (BS) rielaborata dal PTC del Parco dell'Adamello. Il centro abitato di Ceto è circondato da una linea rossa. In arancio i confini della particella n°27 del Piano di Assestamento Forestale della proprietà di Ceto. In verde la strada agro-silvo-pastorale sul fondo della Val Paghèra di Ceto. In azzurro il Torrente Palobbia. L'area in violetto identifica la Zona di Particolare Rilevanza Paesistico-Ambientale definita dal PTC. Il piccolo cerchio rosso corrisponde alle aree di saggio analizzate in questo lavoro. Altri tematismi della cartografia del PTC non sono considerati rilevanti in questa sede.

### 3.2.3. Inquadramento geo-litologico

Nel cuore del Parco dell'Adamello è sito il gruppo montuoso che dona il noma all'area protetta. Il massiccio dell'Adamello, nelle *Alpi Retiche meridionali*, è caratterizzato da un esteso affioramento di rocce magmatiche intrusive (670 km<sup>2</sup>), che costituiscono il batolite più esteso dell'intero arco alpino (Baroni & Carton, 1996), costituito in prevalenza da rocce tonalitiche, grano-dioritiche e quarzo-dioritiche (Callegari & Brack, 2002). La genesi del batolite, nel Terziario, ha causato metamorfismo di contatto di diverso grado su rocce di tipo diverso, quindi la genesi di una vasta gamma di litotipi. Altresì nel contesto del Parco dell'Adamello sono presenti rilievi consistenti costituiti da rocce di origine sedimentaria. Rocce carbonatiche di quest'ultimo tipo in principio costituivano una copertura continua sul batolite, poi consumata dall'erosione. Ciononostante, in alcune zone, degli ammassi rocciosi costituiti da rocce sedimentarie sono ancora presenti. Un esempio importante ne è il *Pizzo Badile* (2249 m), rilievo situato in corrispondenza della particella esaminata, che si colloca nel suo basso versante meridionale.

Nello specifico il substrato geo-litologico del sito è a matrice sostanzialmente carbonatica; in particolare i tipi litologici presenti sono calcari, calcari marnosi e marne. In limitati lembi di superficie, all'interno della particella, il substrato presenta complessi eterogenei arenaceo-conglomeratici con presenza di elementi granitici classificati come *depositi di origine fluvio-glaciale* (*Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia 1:50.000, foglio 079 "Bagolino"*). Le rocce marnose sono caratterizzate da forte instabilità, che unitamente alla forte pendenza, rallenta il processo pedogenetico. Per questo motivo la superficie particellare denota una configurazione rupicola per alcuni lembi di superficie.

### **3.2.4. Inquadramento climatico**

L'assetto geografico della Valle Camonica è preferenzialmente Nord-Sud e percorrendola in lunghezza si possono rilevare tipologie climatiche differenti: a Nord il clima presenta caratteri spiccatamente alpini, a Sud invece ci si avvicina a peculiarità tipiche del clima insubrico e padano. Dunque spostandosi da Sud a Nord aumenta il grado di continentalità, ovvero si passa dal regime pluviometrico sub-litoraneo (due massimi in primavera e autunno) al regime continentale (con massimo estivo), che si riscontra a partire dal paese di Breno, a pochi chilometri dal sito di studio, dove l'andamento della valle muta da NE-SW a N-S, quindi si riduce notevolmente l'influenza meteo-climatica del Lago d'Iseo. Ciò causa una progressiva diminuzione anche delle precipitazioni medie annue. In Valle Camonica, genericamente, le perturbazioni, provenienti principalmente da S-W, sono frequenti, viste le numerose e alte cime che favoriscono lo sviluppo di cumuli (Nigrelli, 2009; Santoro, 2008).

La fonte di dati meteorologici disponibili è la stazione meteorologica di ARPA Lombardia sita nel paese di Breno, a soli 7 km dall'abitato di Ceto. Anche se a distanza non molto elevata, il gap altitudinale fra la stazione meteorologica e il sito dei *Solivi di Ceto* rende necessari alcuni adattamenti. I dati analizzati riguardano pluviometria e termometria. Nella Val Camonica il vento non è un fattore climatologico rilevante (Franzoni, 2002), dunque non si propongono dati anemometrici. La nivometria si ritiene di importanza marginale a queste altitudini.

Come già riportato, la porzione di Valle Camonica in cui è collocato il sito è una zona di transizione con un livello intermedio di continentalità. Quindi il regime pluviometrico è tendenzialmente continentale (solstiziale estivo), poiché il massimo delle precipitazioni si registra a giugno, anche se è presente un picco tardo-autunnale di simile entità. La precipitazione media annua per la stazione di Breno è di 1019 mm (Franzoni, 2002)<sup>8</sup>.

---

8 Il periodo di osservazione è 1921:1950 e la fonte utilizzata da Franzoni è l'*Ufficio idrografico del Po*. Un dato simile (1012 mm) è riscontrato da altri autori (Nigrelli, 2009), per un periodo di osservazione più lungo, 1907:1983. La preferenza dei dati di Franzoni è dovuta alla loro disponibilità nel dettaglio, con distribuzione media mensile e media dei giorni piovosi.

Osservando la *Carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo* (Ceriani & Carelli, 2000) è possibile stabilire un gradiente pluviometrico del valore di 100 mm, che adegui i valori rilevati presso la stazione di Breno alla stazione forestale in esame. Non essendo di grossa entità la differenza è stata distribuita egualmente attribuendo mensilmente +8 mm (Fig. 3.2).

Così corretti i dati, la precipitazione media annua è di 1119 mm. Il massimo relativo medio, registrato nel mese di giugno, è di 135 mm, mentre il minimo, registrato in gennaio, è di 55 mm. Nei mesi di maggio, giugno e luglio le precipitazioni sono abbondanti (367 mm, il 33% del totale medio annuo) e, dai dati sul numero medio mensile dei giorni perturbati, circa un giorno su tre è piovoso. Questa condizione è certamente ottimale per il soprassuolo in analisi e necessaria per il Cerro, specie a foliazione tardiva.

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
<b>Prec</b>	55	51	70	89	123	135	109	115	100	110	92	66	1119
<b>N° G</b>	4	5	6	9	12	11	9	8	8	7	8	6	93
<b>%</b>	12,9	17,9	19,4	30,0	38,7	36,7	29,0	25,8	26,7	22,6	26,7	19,4	23,3

Tabella 3.4: *Precipitazioni medie mensili ed annua (Prec), numero medio mensile dei giorni perturbati (N° G) e frequenza percentuale dei giorni piovosi di ogni mese e dell'anno (%) riferiti alla stazione dei "Solivi di Ceto" (BS, 700 m s.l.m.), con valori adattati da quelli provenienti dalla stazione meteorologica di Breno (BS, 312 m s.l.m.). La correzione dei valori delle precipitazioni medie mensili e annuale è stata effettuata applicando un gradiente positivo di 8 mm. Le precipitazioni sono espresse in mm. Fonte e periodo di osservazione: 1921:1950, Ufficio idrografico del Po in Franzoni (2002).*

Per quanto riguarda, invece, le informazioni termometriche è stato possibile reperire due serie complete di dati con periodi di osservazione parzialmente sovrapposti ma di origine diversa. Perciò si è deciso di effettuare una media tra le due (Tab. 3.5). In questo caso per la correzione dei valori si è potuto essere maggiormente precisi, utilizzando i gradienti termici medi mensili per la Lombardia proposti da Belloni & Pelfini (1987). Questa correzione restituisce dati verosimili.

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
<b>Breno A</b>	1,2	3,1	6,6	10,1	14,0	17,7	20,4	19,9	16,9	11,4	6,3	1,9	10,8
<b>Breno B</b>	0,3	1,2	6,0	10,0	13,8	17,8	20,5	20,2	16,6	11,3	5,9	1,2	10,4
<b>Media</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	<b>6,3</b>	<b>10,1</b>	<b>13,9</b>	<b>17,8</b>	<b>20,5</b>	<b>20,1</b>	<b>16,8</b>	<b>11,4</b>	<b>6,1</b>	<b>1,6</b>	<b>10,6</b>
<b>Grad.</b>	0,34	0,41	0,52	0,61	0,64	0,64	0,64	0,63	0,60	0,53	0,43	0,36	0,51
<b>Ceto</b>	<b>-0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>4,3</b>	<b>7,7</b>	<b>11,4</b>	<b>15,3</b>	<b>18,0</b>	<b>17,7</b>	<b>14,5</b>	<b>9,3</b>	<b>4,4</b>	<b>0,2</b>	<b>8,6</b>

Tabella 3.5: Temperature medie mensili e annua rilevate nella stazione di Breno (BS, 312 m s.l.m.). Periodi di osservazione e fonti: A) 1955:1984, Belloni et al. (2005). B) 1914:1987, Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico del Po. La media delle due serie è stata corretta per essere adattata al sito dei "Solivi di Ceto" (BS, 700 m s.l.m.). Per la correzione si sono utilizzati i gradienti proposti da Belloni & Pelfini (1987) per la Lombardia (Grad.). Le temperature sono espresse in °C, i gradienti in °C/100 m.

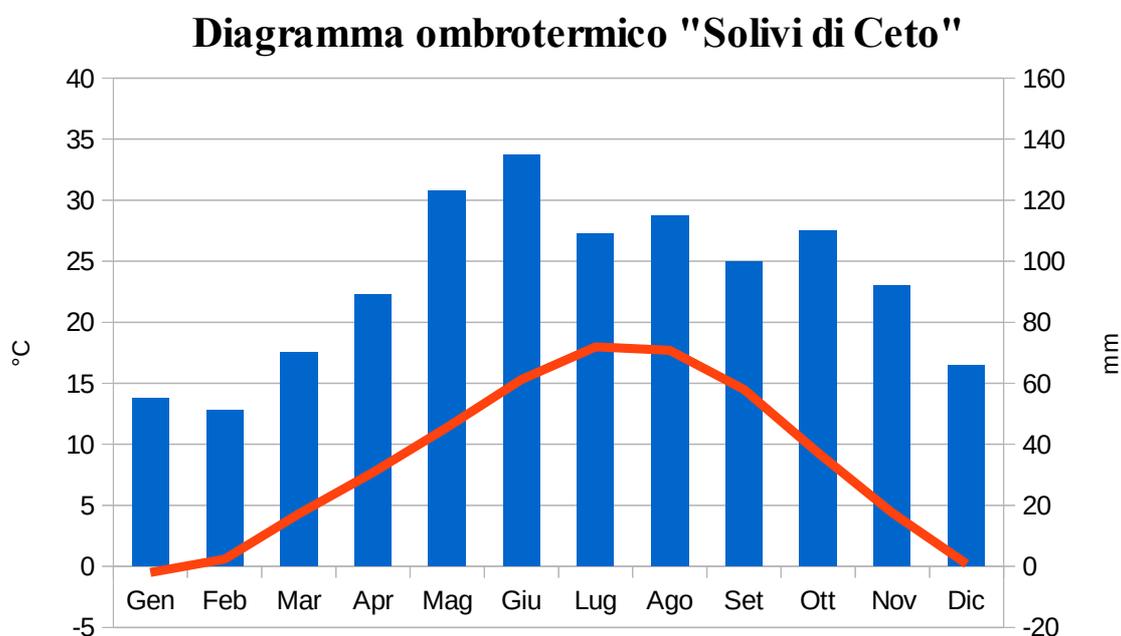


Figura 3.2: Diagramma ombrotermico per la stazione dei "Solivi di Ceto" (BS, 700 m s.l.m.), con valori adattati dalla stazione meteorologica di Breno (BS, 312 m s.l.m.). Precipitazione media mensile in blu, Temperatura media mensile in rosso. La correzione dei valori è stata applicata tramite gradiente positivo di 8 mm per le precipitazioni e utilizzando i gradienti termici proposti da Belloni & Pelfini (1987) per la Lombardia. Fonti e periodi di osservazione: Precipitazioni: 1921:1950, Ufficio idrografico del Po in Franzoni (2002); Temperature: media fra 1955:1984, Belloni et al. (2005) e 1914:1987, Ufficio Idrografico del Po.

Un utilizzo tipico dei dati meteorologici in ambito forestale è l'applicazione della *classificazione fito-climatica di Mayr-Pavari*. Seguendo i parametri termometrici di classificazione, il sito di studio ricade certamente all'interno della sottozona fredda del *Fagetum* (Tab. ). Questa collocazione è però in disaccordo con le specie presenti nel sito,

infatti le querce caducifoglie, ma anche carpino nero e orniello, sono fortemente caratteristiche del *Castanetum*. Questa discrepanza può portare a ipotizzare che nella correzione dei dati termometrici ci sia stato un errore di sottostima, dovuto a più fattori (esposizione, relativa vicinanza del torrente Palobbia, pendenza). Di certo un errore in questo senso non è da scartare, ma per rientrare nel *Castanetum* la temperatura media annua ai *Solivi* potrebbe essere al massimo di 0,6 °C in meno rispetto alla stazione di Breno e un gap così ridotto su una distanza di 400 metri di dislivello sembra piuttosto improbabile.

Ad ogni modo riguardo alla classificazione fito-climatica di Mayr-Pavari si vuole ricordare che il metodo è intenzionalmente di carattere generale e non è consigliabile una sua applicazione rigida. Inoltre l'ultima revisione del metodo è avvenuta ad opera di De Philippis nel 1937, dunque ben 77 anni fa. I mezzi allora disponibili non sono paragonabili a quelli attuali, dunque nemmeno la precisione del metodo lo è. Inoltre secondo Pignatti (2011b) la temperatura del mese più freddo “*nel sistema di classificazione fito-climatico di Pavari (1916) delimita meglio di altri (ad es. temperatura media annua, temperatura del mese più caldo) le diverse zone*”. Applicando la classificazione di Pavari con questa modifica di approccio, il soprassuolo rientra di diritto nel *Castanetum*, anche evitando una ri-correzione dei dati termometrici.

<b>Zone e sottozone</b>	<b>T media annua</b>	<b>T mese freddo</b>	<b>T min assolute</b>
<i>Castanetum</i>			
<i>sottozona calda</i>	10 - 15 °C	> <b>0</b> °C	> -12 °C
<i>sottozona fredda</i>	10 - 15 °C	> <b>-1</b> °C	> -15 °C
<i>Fagetum</i>			
<i>sottozona calda</i>	7 - 15 °C	> <b>-2</b> °C	> -20 °C
<i>sottozona fredda</i>	6 - 12 °C	> <b>-4</b> °C	> -25 °C

Tabella 3.6: Zone e sottozone fito-climatiche del *Castanetum* e del *Fagetum* definite da Pavari (1916) e De Philippis (1937) e relativi valori discriminanti

Oltre alla classificazione di Mayr-Pavari, ci sono altri modi di sfruttare i dati meteo-climatici per inquadrare al meglio le condizioni stazionali. Di seguito si propone l'applicazione di alcuni indici climatici sintetici riferiti in modo diretto o indiretto all'igrometria della stazione:<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Nelle formule: P = Precipitazione media annua (mm); T = Temperatura media annua (°C); M = Temp media mese più caldo (°C); m = Temp media mese più freddo (°C); A = Altitudine (m).

- *Pluviofattore di Lang.*

$$IL = P/T \qquad \mathbf{IL = 130 \text{ mm/}^\circ\text{C}}$$

Il valore risultante colloca il sito in una zona a clima temperato umido. Potenzialmente il suolo, approssimativamente in equilibrio con le condizioni locali termo-pluviometriche, è ricco di sostanza organica ben umificata (humus nero): chernozem o terre nere.

- *Indice igrotermico di Amann.*

$$I_i = \frac{P \cdot T}{M - m} \qquad \mathbf{I_i = 520}$$

$I_i < 300$  Clima continentale  
 $I_i > 500$  Clima oceanico temperato

Il valore ottenuto di 512 colloca il sito in una zona a clima oceanico temperato. Come si può notare, però, la connotazione oceanica non è marcata, essendo il limite inferiore per la definizione il valore 500. Dunque viene confermato il fatto che questa sia una zona di condizioni climatiche intermedie.

- *Indice di continentalità igrica di Gams.*

$$\alpha = \text{arccotan}(P/A) \qquad \mathbf{\alpha = 32,03^\circ}$$

In questo caso l'indice esprime un valore angolare. Utilizzando la classificazione per zone climatiche proposta da Odenza (1985) per il territorio alpino, questo valore colloca il soprassuolo nella “*zona prealpina*”. In effetti, anche se la zona delle Prealpi Bresciani termina ad una latitudine inferiore, ciò trova giustificazione nel fatto che il soprassuolo, pur trovandosi in una valle laterale, è a brevissima distanza dalla Valle Camonica. Secondo una classificazione fito-climatica sulla base di questo indice (Eccel & Saibanti, 2007) la classe corrispondente sarebbe quella delle latifoglie sciafile, ma il valore limite che separa questa classe da quella delle latifoglie eliofile è 30°. Quindi anche in questo caso l'indice conferma il carattere intermedio della stazione, potenzialmente mesofila, ma tendente alla termofilia probabilmente in ragione della natura del substrato, della pendenza e dell'esposizione.

### 3.3 Scelta delle aree di saggio

Per valutare a quali variazioni del sistema ha portato l'intervento e quindi poter fare una previsione su come questo abbia influito sulle funzioni del bosco, è stato necessario individuare, all'interno della stessa stazione, due situazioni: una *ex-post*, l'altra *ex-ante*. Nella scelta della stazione, inoltre, sono state ricercate: accessibilità al sito e una situazione forestale

il più possibile rappresentativa delle condizioni intermedie della particella. Questi criteri hanno portato a scegliere due aree situate nella porzione inferiore della particella, appena a monte della strada agro-silvo-pastorale che conduce al centro abitato. Nella stazione, a fianco di un'ampia superficie interessata nel 2007 da utilizzazione, è presente un'area di dimensioni ridotte non sottoposta ad intervento. Le aree sono fasce boschive di 850 m<sup>2</sup> (10 x 85 m) che si sviluppano perpendicolarmente alle isoipse. L'ampiezza di 10 m è stata decretata in base alla dimensione tipica delle *fasse*, aree in cui, lembi di bosco assegnati ad ogni singolo intestatario di uso civico. La lunghezza della striscia è invece stata limitata dall'estensione longitudinale massima dell'area sottoposta ad utilizzazione.

Le aree presentano le medesime condizioni stazionali e il soprassuolo arboreo è sostanzialmente simile sotto ogni aspetto, se non per relativa percentuale di presenza delle specie del genere *Quercus spp.* Infatti nell'area non utilizzata si osserva una sensibile maggiore presenza di Cerro (*Quercus cerris*) rispetto alla Roverella (*Quercus pubescens*). Si evidenzia a tal proposito che, trattandosi di presenze comunque “accessorie” rispetto alla composizione dei soprassuoli, si è preferito effettuare l'analisi di presenza delle stesse, facendo riferimento al genere e non alla specie.

Da questo punto in avanti le aree di saggio sono chiamate:

- AN: Area di Non intervento;
- AI: Area d'Intervento.

### **3.4. Rilievi effettuati**

#### **3.4.1. Analisi floristica**

Per l'analisi floristica non si è ritenuto necessario procedere con un metodo codificato, ma ci si è limitati a registrare le principali specie erbacee, arboree e arbustive rinvenute nel sito. Sulla base di questi dati e tramite l'utilizzo degli indici ecologici di Landolt e di osservazioni di carattere *fitosociologico*, è stato possibile esprimere considerazioni rilevanti riguardo la biodiversità vegetale e l'inquadramento tipologico-vegetazionale del soprassuolo. I valori degli indici sono aggiornati alla pubblicazione più recente di Landolt *et al.* (2010).

#### **3.4.2. Analisi pedologica**

Per effettuare l'analisi pedologica si sono aperti tre profili pedologici, due nell'area di

intervento e uno nell'area dove non si è intervenuti. La posizione delle buche è stata decisa con metodo rappresentativo, scegliendo in AN una situazione mediamente rappresentativa per le caratteristiche topografiche (morfologia e pendenza) e in AI le due situazioni prevalenti: l'una caratteristica delle zone apparentemente a fertilità relativa più alta (sottobosco più vigoroso), l'altra delle chiarie con roccia affiorante, caratterizzate da maggiore aridità edafica.

I caratteri stimati con metodi speditivi, senza ricorrere a strumenti o analisi di laboratorio troppo onerose, riguardano esclusivamente le caratteristiche fisiche del suolo e vanno necessariamente trattati con la dovuta cautela.

### **3.4.3. Rilievi dendro-auxometrici**

Nelle due aree di studio è stato realizzato il cavallettamento al cm delle piante arboree con cavalletto dendrometrico. In AN il rilievo dei diametri *a petto d'uomo* (1,30 m dal suolo) ha interessato la totalità delle piante. In AI sono state cavallettate a petto d'uomo le matricine e per ogni ceppaia è stato rilevato il numero dei polloni, distinguendo i polloni in due classi dimensionali, con soglia di 1,5 cm. Inoltre su un campione di ceppaie è stato rilevato il diametro di ogni pollone, in modo da ottenere un dato di diametro medio per i polloni.

Per eseguire una stima approssimativa della provvigione delle matricine in entrambe le aree, non disponendo di mezzi più adatti al popolamento, si sono utilizzate le tavole di cubatura a doppia entrata proposte da Tabacchi *et al.* (2011), applicate per specie ed “entrando” nelle tavole con altezze intermedie. Nonostante l'incerta precisione della stima, il metodo è utile per ottenere un dato su cui esprimere considerazioni qualitative. Diversamente, per la componente cedua, si è ritenuto superfluo un confronto della provvigione, data la forte disparità di età fra le due aree.

Le elaborazioni dei dati dendrometrici così ottenuti permettono di confrontare le due aree sotto il profilo statico, mentre riportano poche informazioni sulla dinamica di popolamento. Per ottenere questo tipo di informazione, molto importante per valutare la risposta fisiologica ed incrementale al taglio, è stata realizzata un'analisi degli accrescimenti diametrici più recenti. L'indagine ha coinvolto per ogni area di saggio un campione di querce, specie di maggiore interesse in questo studio.

La misurazione dello spessore degli anelli è stata possibile prelevando tramite *martello incrementale* una porzione esterna di carota con lunghezza di circa 2 cm. Rielaborando i dati è stato possibile, tramite la formula semplificata di Pressler, ottenere gli incrementi percentuali annuali. Per l'applicazione del metodo si è usato in ogni caso il medesimo valore della costante K, pari a 300.

#### 3.4.4. Analisi della rinnovazione

L'analisi qualitativa e quantitativa della *rinnovazione* delle piante arboree è stata effettuata con rilievo campionario su transetti. Sono stati effettuati in AI tre transetti da 1 x 10 m (10 m<sup>2</sup>) equidistanti tra loro. In AN la presenza di rinnovazione è talmente irrilevante da rendere poco significativa l'applicazione di un metodo di rilevamento rigoroso.

Per la rinnovazione di orniello e carpino nero è stata rilevata presenza e altezza delle piantine. Inoltre per le piantine del genere *Quercus*, di maggiore interesse in questo studio, si è provveduto ad effettuare anche la misura della lunghezza dell'ultimo getto e una stima oculare dello stato fitosanitario utilizzando 5 classi qualitative, che sono:

- **Ottimo.** Piante in perfetta salute, prive di alcun segno di danneggiamento, o deperimento;
- **Buono.** Piante in buono stato, recanti scarsi danni all'apparato fogliare (tracce insignificanti del passaggio di defogliatori);
- **Medio.** Piante parzialmente danneggiate;
- **Cattivo.** Piante fortemente danneggiate;
- **Pessimo.** Piante destinate con ogni probabilità al deperimento completo.

Per disporre di dati rigorosamente confrontabili, i rilievi della rinnovazione sono stati completati in due giorni consecutivi.

#### 3.4.5. Analisi qualitativa delle Querce

Per determinare lo stato fisiologico delle matricine di Quercia, si è provveduto a operare una valutazione dei singoli alberi. La scheda di valutazione in campo è stata costruita in buona parte sulla base dello stato delle chiome, seguendo le indicazioni del manuale di campagna curato da Bussotti *et al.* (2006) per il Corpo Forestale dello Stato. poiché la chioma è un ottimo e immediato indicatore dello stato di salute della pianta. Altri criteri sono tratti da altri autori o individuati *ad hoc*. Le piante sono state contrassegnate e numerate; si sono prese in esame tutte le querce con buona visibilità della chioma e comodità nell'effettuare tutti i rilievi necessari, ovvero la quasi totalità per entrambe le aree; in fase di elaborazione dei dati, dove necessario, questi sono stati resi confrontabili tramite conversione da assoluti a relativi. I parametri valutati sono stati:

- **Rami epicormici.** Tramite stima oculare si è approssimato per ogni pianta il numero di rami epicormici. In base al numero è stata effettuata una classificazione relativa con ripartizione in 4 classi: *Assenti* (0), *Pochi* (1-9), *Medi* (10-19), *Tanti* (20+).
- **Posizione sociale** (ovvero **distribuzione verticale**). Indica la distribuzione delle piante nella dimensione verticale del biospazio, tramite una classificazione che mette in relazione la pianta con il resto del popolamento. La posizione sociale è stata valutata secondo la *Classificazione di Kraft*:
  - **PD:** Pre-Dominante, alberi con la parte superiore della chioma sopra il piano della copertura.
  - **De:** Dominante, alberi con tutta la chioma nel piano della copertura.
  - **CD:** Co-Dominante, alberi con chioma inserita nel piano generale della copertura ricevente luce dall'alto, ma con chioma più compressa delle piante appartenenti alle due precedenti classi.
  - **Da:** Dominata, alberi con chioma sotto al piano generale della copertura e che non ricevono luce diretta dall'alto.
- **Compressione della chioma.** Indica il grado di libertà della chioma di una pianta nello spazio orizzontale, ovvero mette in relazione la chioma dell'albero con quelle delle piante vicine; riguarda *sia l'aduggiamento sia una vera e propria interazione fisica* (Bussotti *et al.*, 2006). La valutazione è così classificata e codificata:
  - **0:** chioma libera o senza evidenti effetti di competizione;
  - **1:** chioma evidentemente compressa su 1 lato;
  - **2:** chioma evidentemente compressa su 2 lati;
  - **3:** chioma evidentemente compressa su 3 lati;
  - **4:** chioma evidentemente compressa su 4 lati;
  - **5:** dominata (chioma senza luce anche dall'alto).
- **Struttura della ramificazione.** *La struttura della ramificazione esistente indica l'attuale potenziale dell'albero nei confronti di crescita ed esplorazione dello spazio, nonché la presenza di fenomeni di deperimento.* Questa classificazione è proposta da Bussotti *et al.* proprio per le querce e il faggio (Fig. 3.3):
  - **1:** pianta con crescita apicale e laterale vigorosa;
  - **2:** crescita apicale vigorosa, i getti laterali sono ancora formati ma si presentano

- raccorciati (per es. formazione delle fruste nel faggio);
- **3:** evidente riduzione della crescita laterale ed apicale (per es. formazione degli artigli nel faggio);
  - **4:** crescita bloccata e fenomeni di disseccamento e perdita della ramificazione secondaria.
- **Vitalità della chioma.** Questo parametro è strettamente legato a quello precedente ed è stato inserito come elemento ulteriore di valutazione, utilizzando un metro di giudizio leggermente diverso dal precedente. Sono state utilizzate 5 classi secondo la “*Tavola di confronto per la classificazione visuale delle chiome*” proposta da Wolynski *et al.* (2006) per l'applicazione di trattamenti riconducibili alla selvicoltura d'albero (Fig. 3.4):
    - **1:** vitalità molto elevata;
    - **2:** vitalità buona;
    - **3:** vitalità intermedia;
    - **4:** vitalità bassa;
    - **5:** vitalità molto scarsa.
  - **Asimmetria della chioma.** Di questo fenomeno è stata registrata la presenza e l'intensità in quattro classi: Assente (A), Bassa (B), Media (M), Elevata (E).

### 3.4.6. Elaborazione dei dati

L'elaborazione dei dati raccolti è stata realizzata prettamente utilizzando *Apache OpenOffice Calc 4.1.0*. In corso d'opera inoltre, per lo più in fase di consultazione dati per l'indagine stazionale, è stato impiegato il Sistema Informativo Geografico *AdB Toolbox 1.7.4*.

Inoltre per una misurazione precisa dello spessore degli anelli è stato utilizzato il software di elaborazione di immagini digitali *GIMP 2.8.10 (GNU Image Manipulation Program)*.

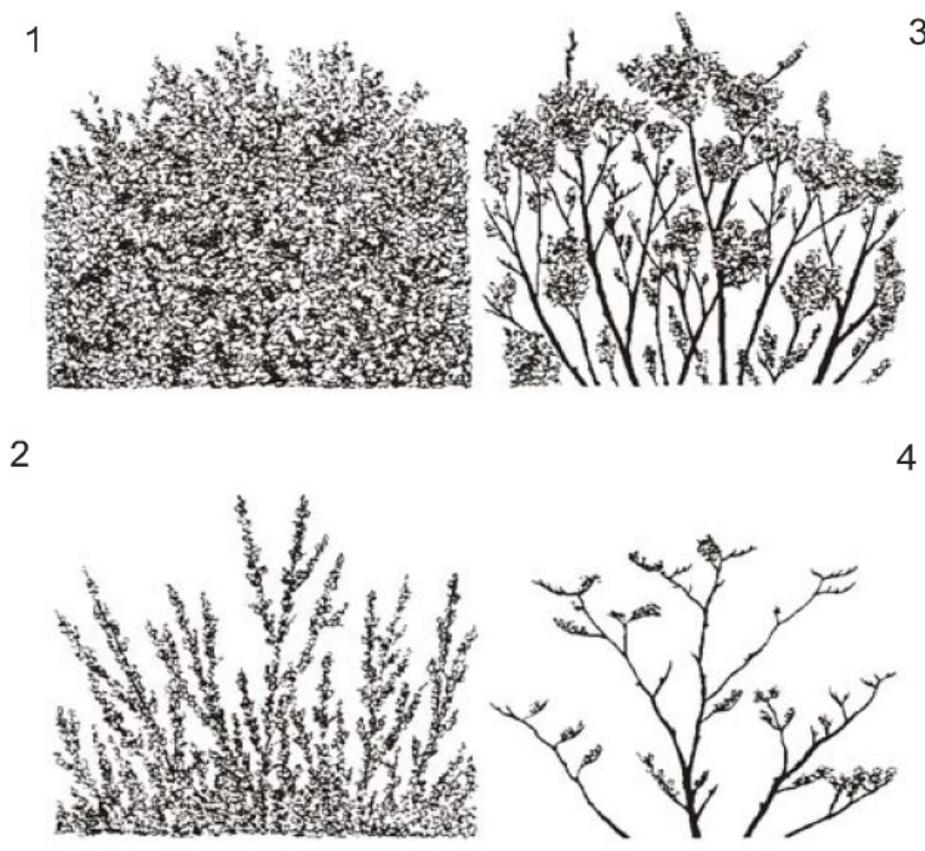


Figura 3.3: Classificazione della struttura della ramificazione proposta da Bussotti et al. (2006) per faggio e querce.

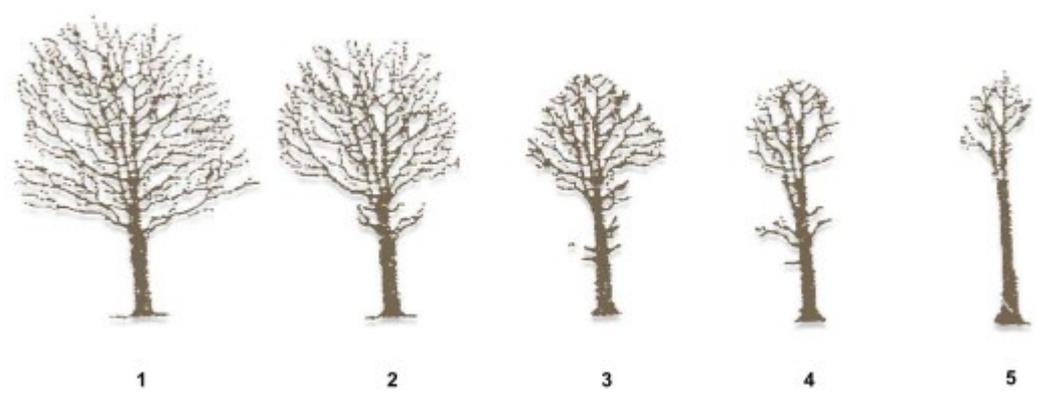


Figura 3.4: “Tavola di confronto per la classificazione visuale delle chiome” proposta da Wolynski et al. (2006).

## 4. Risultati e discussioni

### 4.1. Analisi floristica e inquadramento tipologico-vegetazionale

In letteratura, il tipo forestale che caratterizza il soprassuolo, l'*Orno-ostrieto tipico* e di *rupe*, manca di una descrizione consolidata di uno specifico corredo floristico (Del Favero, 2004). Tuttavia le informazioni desunte dall'analisi floristica hanno agevolato l'inquadramento tipologico del popolamento forestale. A tal fine come chiave di lettura del soprassuolo si è utilizzata la classificazione proposta in *I tipi forestali della Lombardia* (Del Favero, 2002) e *I boschi delle regioni alpine italiane* (Del Favero, 2004), d'uso comune negli studi e nella pianificazione di specifica attinenza forestale. Tale sistema, basato sulla suddivisione gerarchica in *unità funzionali floristico-ecologico-selvicolturali*, utilizza come elemento basilare di riferimento la *tipologia forestale*.

La classificazione tipologica viene attuata in riferimento alla *regione forestale* in cui si inserisce il sito di studio: la *regione esalpica centro-orientale esterna*, al confine con la *regione mesalpica*. I dati termo-pluviometrici di riferimento (Del Favero, 2004) convalidano questa "situazione di margine", essendo confrontabili dal punto di vista quantitativo alla *regione esalpica* e qualitativamente a quelli della *regione mesalpica*. La *fascia* (o *orizzonte*) *altitudinale* è quella *submontana* (che tipicamente si estende da 250 m a 800-1000 m s.l.m. Del Favero, 2004). A conferma di questa collocazione funzionale Del Favero (2002) sostiene che "la sub-regione centro-orientale esterna si incontra soprattutto dove prevalgono i substrati carbonatici ed è caratterizzata dalla presenza nell'orizzonte sub-montano dei *querceti di roverella* e degli *orno-ostrieti*". Procedendo nell'inquadramento tipologico è possibile definire i tipi forestali presenti.

Nella particella le specie arboree prevalenti sono: Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Roverella (*Quercus pubescens*) e Cerro (*Quercus cerris*), cui si sovrappongono, in varia misura, numerose specie accessorie. Il quadro vegetazionale è piuttosto variabile nel contesto particellare (pur essendoci sempre la prevalenza di una o più specie). Le *Categorie forestali* di appartenenza dei tipi riscontrati sono l'*Orno-ostrieto* e il *Querceto*. Le formazioni forestali riscontrate in AI e AN è riconducibile al *tipo forestale* dell'*Orno-ostrieto tipico dei substrati carbonatici var. con Cerro*; nei pressi delle aree esaminate e non solo, dove il substrato diventa rupicolo, la composizione si semplifica e si ha l'*Orno-ostrieto primitivo di rupe*. All'interno della particella questi tipi forestali, sono variatamente in sovrapposizione con *Querceto di roverella dei substrati carbonatici* (puro e var. con Castagno) e *Cerreta* (pura, var. con Roverella e nella variante alpina).

Riducendo il focus d'indagine, Del Favero (2002) afferma che in Lombardia si possano

distinguere due principali gruppi di Orno-ostrieti: uno rappresentante una fase di degradazione dei boschi mesofili inquadrabili nei *Fagetalia*, l'altro che mostra uno spiccato carattere termo-xerofilo ed è legato allo sfruttamento dei querceti del *Quercion pubescentis*. Confrontando i dati riportati da questi autori con i risultati dell'analisi floristica è possibile constatare che gli Orno-ostrieti dei *Solivi* appartengano a questo secondo gruppo, la cui presenza, oltre ad essere interpretabile con le caratteristiche morfologiche di versante proprie di tali soprassuoli, è attribuibile allo sfruttamento intensivo dei Querceti e delle Cerrete.

Il *pregio tipologico-vegetazionale* (Del Favero *et al.*, 2002) di alcune porzioni del versante dei *Solivi di Ceto*, è proprio dovuto alla presenza di Cerro, quasi a suggerire scelte pianificatorie che ne favoriscano la riaffermazione. La presenza di questa specie, certamente favorita dall'abbondanza di precipitazioni tra maggio e giugno, è da ritenersi marginale nel contesto stazionale, tuttavia lo stesso toponimo *Serét* (Cerreto), utilizzato in alternativa a *Solivi di Ceto*, appare come una chiara certificazione della sua maggiore diffusione in passato.<sup>10</sup> Le condizioni specifiche di versante, invece, sono più nettamente identificabili come ideali per la Roverella, che partecipa in modo comunque non prevalente ai soprassuoli. Per entrambe le specie di quercia, con ogni probabilità, la partecipazione scarsa alle formazioni forestali della stazione è dovuta alla gestione intensiva degli ultimi due secoli (produzione di legna da ardere e carbone vegetale).

Le informazioni apprese con l'analisi floristica, oltre che per l'inquadramento tipologico, sono state utilizzate nell'applicazione degli *indici di Landolt* (Appendice C), indicatori ecologici delle condizioni climatiche e pedologiche. Avendo preferito non ricorrere alla determinazione degli indici di copertura, l'applicazione degli indici di Landolt non può essere rigorosa (media ponderata). Ad ogni modo si ritiene che il calcolo della media aritmetica tra i valori delle principali specie riscontrate nell'area sottoposta ad intervento (Tabella 4.7), abbia comunque una certa valenza<sup>11</sup>:

- **U**, fattore umidità del suolo: 2+, “suolo inumidito” (tra “mediamente secco” e “mediamente umido”).
- **R**, fattore reazione del suolo: 3,8. Il suolo risulta “da neutro a basico (pH 5,5-8,5)”, a conferma delle informazioni reperite in letteratura riguardo il substrato geo-litologico.
- **N**, fattore presenza di sostanze nutritive: 2,4. Il suolo non risulta è particolarmente ricco di sostanza nutritive, essendo classificato fra “povero” e “mediamente povero”.

---

<sup>10</sup> “In ambienti piuttosto difficili a causa della forte pendenza e per la presenza di suoli molto ricchi in scheletro possono talvolta comparire i tigli (*var. con tigli*) o il cerro (*var. con cerro*) (Del Favero, 2002).

<sup>11</sup> Nel calcolo della media al termine “+” è stato attribuito valore “0,3”, perciò qualora la media esprima un valore pari ad esempio a “2,3”, questo sarà riportato come “2+”.

- L, fattore luminosità: 3,2. Sono presenti condizioni di media luminosità.
- T, fattore temperatura: 3,7. I valori mostrano parziale coerenza con la fascia altitudinale in cui si trova il soprassuolo (*sub-montana*), ma confermano anche una chiara tendenza termofila cui si è già accennato. Questa è caratteristica di buona parte delle specie erbacee e arbustive la cui presenza è facilmente riscontrabile nell'area (*Hippocrepis emerus*, *Tamus communis*, *Teucrium chamaedrys*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*). Inoltre tutte le specie arboree sono indicate come *specie di luoghi caldi* (4+).
- C, fattore continentalità: 3,5. Si evidenzia come il valore sia intermedio tra piano erbaceo e arboreo-arbustivo. Per il primo il valore medio è 3,7, il che indica *clima sub-continentale* (debole umidità dell'aria, variazioni importanti della temperatura, inverni piuttosto freddi), mentre per i secondi si avvicina a 3, ovvero *clima da sub-atlantico a sub-continentale* (umidità intermedia dell'aria, temperatura variabile, temperature leggermente basse in inverno).

Oltre alle specie riscontrate più di frequente in AI, si segnalano le altre di cui è stata rilevata una presenza più sporadica (1-10 individui):

- *Polygala chamaebuxus* L.
- *Tilia cordata* Mill.
- *Ulmus minor* Mill.
- *Sorbus aria* (L.) Crantz
- *Corylus avellana* L.
- *Rhamnus saxatilis* Jacq.
- *Prunus avium* L.
- *Hieracium* spp.
- *Cytisus* spp.
- *Rubus* spp.
- *Rosa* spp.
- *Hedera helix* L.
- *Juniperus communis* L.

In AI, dunque, si può constatare un buon numero di specie, mentre in AN, data la condizione del soprassuolo arboreo, il sottobosco è nettamente meno sviluppato (anche in ragione di un

evidente maggiore tasso di copertura), rivelando l'assenza pressoché totale di: *Hippocrepis comosa* L., *Tamus communis* L., *Teucrium chamaedrys* L., *Geranium sanguineum* L. Piuttosto si nota una presenza più rilevante di *Juniperus communis*, *Picea abies* (L.) H. Karst., *Hedera helix*, *Viburnum lantana* ed *Erica carnea* L.

	U	R	N	L	T	C
<b>Strato erbaceo</b>	<b>2,2</b>	<b>3,8</b>	<b>2,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>
<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen	2w	4	2	3	4	4
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	2	5	2	4	3	4
<i>Tamus communis</i> L.	3+	4	3	3	4+	2
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	1+w	4	2	3	4+	4
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	2+w+	4	2	3	3+	4
<i>Fragaria vesca</i> L.	3	3	3	3	3	3
<i>Saponaria ocymoides</i> L.	2	4	2	4	3	4
<i>Geranium sanguineum</i> L.	2w	4	2	3	3+	4
<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	2	3	2	3	4+	5
<i>Lotus corniculatus</i> L.	2+	3	3	4	3	3
<b>Strato arbustivo</b>	<b>2,7</b>	<b>4</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,2</b>
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	3w	4	3	4	4	4
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	2+w+	4	3	3	4	3
<i>Cornus sanguinea</i> L.	3	4	3	3	3+	3
<i>Viburnum lantana</i> L.	2	4	2	3	3+	3
<i>Clematis vitalba</i> L.	3	4	3	3	3+	3
<b>Strato arboreo</b>	<b>2,1</b>	<b>3,5</b>	<b>2,3</b>	<b>3</b>	<b>4,3</b>	<b>3,3</b>
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	2	4	3	2	4+	3
<i>Fraxinus ornus</i> L.	2	4	2	3	4+	3
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	2+w	3	2	3	4+	3
<i>Quercus cerris</i> L.	2w	3	2	4	4+	4
<b>Media totale</b>	<b>2,3</b>	<b>3,8</b>	<b>2,4</b>	<b>3,2</b>	<b>3,7</b>	<b>3,5</b>

Tabella 4.7: Valori degli indici ecologici proposti da Landolt et al. (2010) per le specie vegetali rilevate tra aprile e maggio 2014 in località "Solivi di Ceto" (BS). Gli indici di Landolt riportati sono: Umidità (U), Reazione (R), Sostanze nutritive (N), Luminosità (L), Temperatura (T), Continentalità (C) e i valori sono riportati da: <http://www.infoflora.ch/>. Per ogni strato sono riportate le medie dei valori e a conclusione della tabella è presente la media totale.

## 4.2. Analisi pedologica

L'analisi pedologica si proponeva di indagare le proprietà del suolo che è possibile rilevare direttamente *in loco*, tenendo in considerazione le informazioni reperite in letteratura riguardo la natura del substrato geo-litologico. L'apertura dei *profili pedologici* ha rivelato una condizione di non facile descrizione sotto alcuni punti di vista. L'impedimento principale è stato riscontrato nella suddivisione del profilo negli orizzonti minerali che lo costituiscono, data l'assenza di una netta distinzione cromatica; l'unico orizzonte minerale che è stato possibile valutare è l'orizzonte A, facilmente individuabile perché più superficiale e raramente assente. La descrizione degli orizzonti organici e dell'orizzonte A, permette, tra l'altro, di classificare il tipo di humus.

	AI	AN
<i>OLn</i>	Presente, ma non abbondante; spessore di 0,5 / 2 cm; l'accumulo della lettiera "più giovane" avviene maggiormente dove la pendenza è ridotta.	Presente; spessore e "dinamica di accumulo" simili ad AI.
<i>OLv</i>	Quasi inesistente (< 0,5 cm); i frammenti di sostanza organica sono ad uno stadio relativamente avanzato di decomposizione.	Presente in modo più consistente che in AI; lo spessore arriva circa a 1 cm.
<i>OF</i>	Presente; spessore di circa 1,5 cm.	Presente; spessore più ampio che in AI, di circa 2 / 3 cm.
<i>OH</i>	Assente.	Presente tuttavia non molto rilevante (ca. 0,5 cm).
<i>A</i>	Presente; biomacrostrutturato con glomeruli di diametro anche maggiore a 1 cm; suolo piuttosto scuro; sembra essere individuabile come <i>umbrico</i> o <i>mollico</i> secondo la nota classificazione FAO.	Presente; non si rilevano variazioni sostanziali rispetto ad AI.
<i>Humus (Gr)</i>	<i>Vermimull</i>	<i>Mullmoder</i>
<i>Humus (Za)</i>	<i>Oligomull</i>	<i>Eumoder</i>

Tabella 4.8: Descrizione degli orizzonti minerali rilevati in località "Solivi di Ceto" tra aprile e maggio 2014. Sono proposti anche due sistemi di classificazione della qualità di humus in base a quanto emerso dalla descrizione degli orizzonti: uno proposto da Green et al. (1993), l'altro da Zanella (2001).

Come si deduce dalla Tabella 4.8, in AN c'è una maggiore presenza di sostanza organica indecomposta. Dunque appare chiaro che le condizioni di copertura in AN, rispetto ad AI, rallentino di molto il processo di mineralizzazione della sostanza organica e rendano ancor meno disponibili le sostanze nutritive nel terreno. Ad ogni modo potenzialmente l'humus sembra essere di buona qualità, come conferma l'assenza (o la scarsità) dell'orizzonte OH, ad

alto contenuto di sostanza organica indecomposta; inoltre l'humus, secondo entrambe le classificazioni riportate, in AI è ascrivibile all'ordine dei *Mull*, categoria degli humus più biologicamente attivi.<sup>12</sup>

Le difficoltà riscontrate nell'individuazione degli orizzonti minerali precludono la possibilità di praticare un'analisi rigorosa; ciononostante, date le finalità del presente studio, si è ritenuto comunque rilevante procedere descrivendo le caratteristiche fisiche intermedie del suolo:

- **Profondità del suolo.** La profondità del terreno rilevata è di circa 55 cm, tuttavia questa caratteristica è fortemente variabile nelle aree; la potenza del suolo può ridursi fino all'annullamento dove siano presenti rocce affioranti.
- **Matrice e scheletro.** In entrambe le aree lo scheletro è quantitativamente scarso, soprattutto nella porzione superiore del profilo. I caratteri geologici prevalenti ne condizionano la qualità, infatti per lo più gli elementi sono di natura calcareo-marnosa, come riscontrato in letteratura.
- **Umidità.** Il rilievo è stato effettuato il giorno successivo ad un'intensa precipitazione, nella prima mattina, e il suolo è stato valutato "umido", ma non "bagnato". Ciò suggerisce che l'elevata pendenza, la matrice calcareo-marnosa e la profondità piuttosto ridotta del suolo facilitino molto il drenaggio. Si considera dunque che il livello di approvvigionamento idrico richiesto da specie come il cerro o il carpino nero sia garantito più dalle precipitazioni, non infrequenti in una zona con queste caratteristiche geotopografiche, che non dalla rete idrografica o da una elevata capacità di ritenzione idrica del terreno.
- **Porosità.** Il terriccio è piuttosto soffice, ma non incoerente; si può ipotizzare una maggior presenza di macropori, piuttosto che micropori.
- **Consistenza.** Questa proprietà è espressione del grado di coesione delle particelle. Si può descrivere qualitativamente tramite quattro parametri:
  - friabilità. Il suolo umido si rompe con una pressione da lieve a moderata tra il pollice e l'indice ed è coerente quando è tenuto in mano: *friabile*.
  - durezza. Il suolo secco è debolmente resistente alla pressione, si rompe facilmente tra il pollice e l'indice: *leggermente duro*.
  - adesività. Il suolo bagnato, una volta rilasciata la pressione, aderisce sia al pollice che all'indice in modo consistente: da *adesivo* a *molto adesivo*.

---

<sup>12</sup> I *Moder*, categoria in cui rientrano i tipi di humus in AN denotano un'attività biologica intermedia, coerentemente con quanto osservato riguardo alla presenza più consistente di sostanza organica indecomposta.

- plasticità. Il suolo bagnato permette di formare un cilindretto, che però si rompe immediatamente se si cerca di piegarlo a cerchio; la massa di suolo si deforma sotto l'azione di una forza molto debole: *debolmente plastico*.
- **Struttura.** Questo parametro valuta il grado e il modo di aggregazione delle particelle solide nel terreno. La dimensione degli aggregati arriva a 50 mm e il grado di aggregazione è buono, dato che gli aggregati sono durevoli e bene evidenti se il suolo è indisturbato. La forma di aggregazione è riconducibile ad una struttura *poliedrica*.
- **Tessitura.** Come confermano i parametri precedenti il suolo è stato valutato tra *Franco-limoso* e *Franco-sabbioso*, secondo la classificazione USDA; infatti si è stimata una maggior presenza di limo e sabbia, rispetto all'argilla.

I caratteri pedologici rilevati in parte confermano i dati ottenuti tramite l'utilizzo degli indici ecologici nell'analisi floristica. Nella fattispecie si vuole evidenziare come la fertilità fisica del terreno non sia molto elevata; ciò significa una predisposizione non favorevole alla ritenzione idrica del suolo. Tuttavia questa condizione non è preoccupante o inaspettata, perché tipica del tipo forestale presente.

### 4.3. Dati dendro-auxometrici

I rilievi dendro-auxometrici sono stati utili per descrivere un popolamento forestale e, nel caso specifico, per confrontare lo status fisiologico tra le due aree prese in esame: AN (*ex ante*) e AI (*ex post*).

Osservando i dati in Tabella 4.9 e le *Curve di struttura degli alberi nati da seme* (Figg. 4.5 e 4.6) è facile rilevare come l'intervento di taglio, escludendo l'analisi della componente di bosco ceduo, sia stato concentrato sui diametri minori (inferiori alla classe del 10), rilasciando quasi tutte le altre piante (388-AN, 369-AI)<sup>13</sup>. Dal punto di vista gestionale, questo fatto è stato certamente favorito dall'intervento prevalente sul ceduo, consentendo, tra le altre cose, il soddisfacimento delle necessità di *uso civico*. Inoltre la decisione di mantenere le querce nel piano dominante, ovvero di ceduire esclusivamente quelle in deperimento, rappresenta, unitamente alla matricinatura intensiva, l'elemento distintivo dell'intervento. Queste soluzioni sono state adottate per tre motivi principali:

---

<sup>13</sup> La considerazione della funzione di difesa idrogeologica, prevalente rispetto a quella produttiva (elevate pendenze e presenza di numerosi massi instabili), ben definita anche nel vigente *Piano d'Assestamento Forestale*, ha consentito di superare le disposizioni regionali in materia di boschi cedui propriamente detti che, nel caso di soprassuoli dell'Orno-ostrieto consentono il taglio a fronte di un rilascio minimo di sole 50 matricine (R.R. 5/2007).

1. l'assestamento prevedeva per questi soprassuoli turni comunque lunghi (30-35 anni), anche a rischio di perdere la capacità pollonifera delle querce;
2. si ritiene che il valore tipologico e paesaggistico delle querce nel piano della fustaia sia più rilevante del valore di carpino nero e orniello;
3. la possibilità di ottenere comunque una produzione è stata comunque riservata al rilascio di una buona componente di orniello e carpino (a proposito si osservi come quest'ultimo, favorito rispetto all'orniello per la sua minore suscettibilità al cambio di insolazione relativa, sia stato rilasciato con maggiore intensità).

<b>Parametri</b>	<b>AN</b>	<b>AI</b>	<b>U. m.</b>
Ceppaie	988	976	N°/ha
Polloni d < 1,5 cm	471	5200	N°/ha
Polloni d > 1,5 cm	4082	2659	N°/ha
Polloni totali	4553	7859	N°/ha
Piante da seme ( <i>matricine</i> )	388	365	N°/ha
Totale piante	1376	1341	N°/ha
Volume piante da seme	67	74	m <sup>3</sup> /ha
N° medio polloni per ceppaia	4,1	8,1	N°
Ceppaie morte	118	271	N°/ha
Area basimetrica ceduo	12,9	1,0	m <sup>2</sup> /ha
Area basimetrica piante da seme	10,3	10,7	m <sup>2</sup> /ha
Area basimetrica totale	23,2	12	m <sup>2</sup> /ha
Diametro medio di Area basimetrica ceduo	6,3	1,3	cm
Diametro medio di Area basimetrica piante da seme	18,4	19,3	cm

*Tabella 4.9: Risultati dei rilievi dendro-auxometrici eseguiti tra aprile e maggio 2014 in località "Solivi di Ceto" (BS).*

### AN: Curva di struttura degli alberi nati da seme

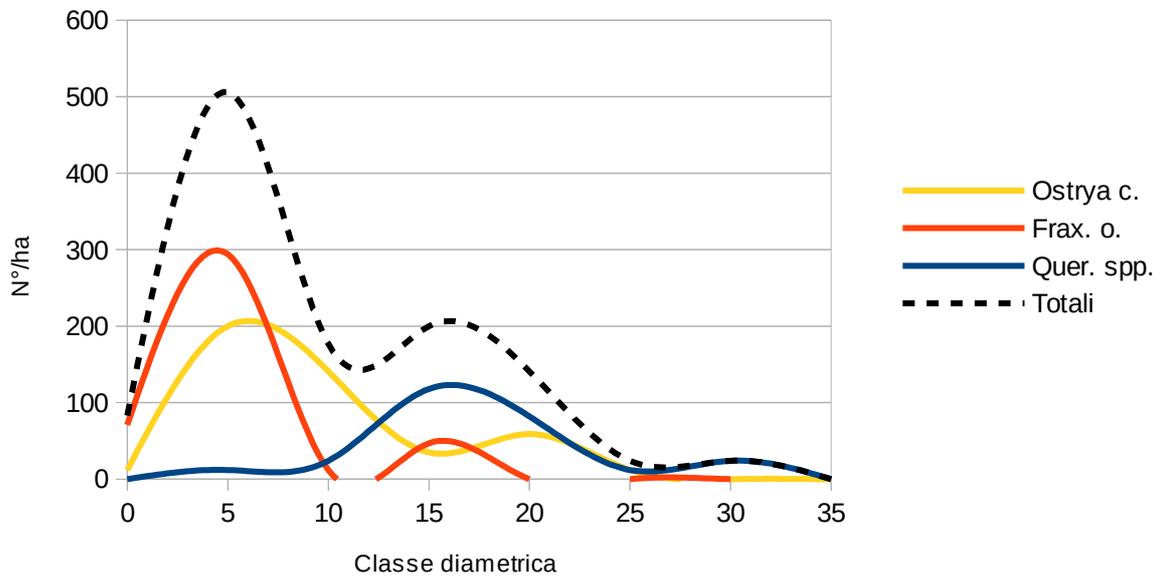


Figura 4.5: Curva di struttura degli alberi nati da seme in un'area di saggio in località "Solivi di Ceto" in cui non si interviene circa da più di 40 anni. Curva disegnata a partire dai risultati dei rilievi dendro-auxometrici eseguiti tra aprile e maggio 2014 in località "Solivi di Ceto" (BS).

### AI: Curva di struttura degli alberi nati da seme

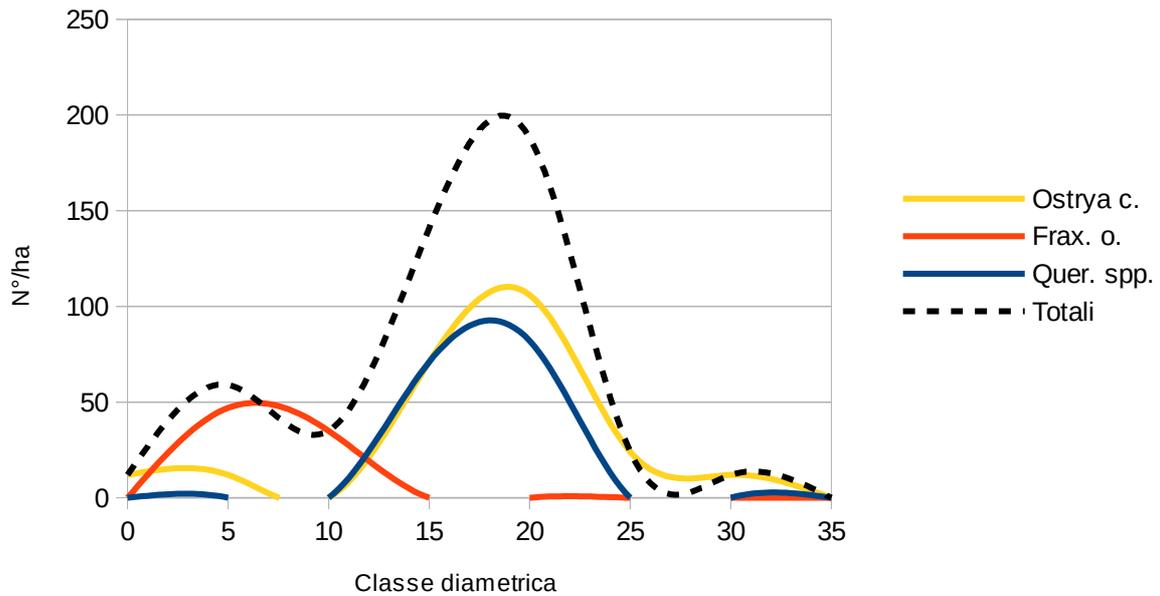


Figura 4.6: Curva di struttura degli alberi nati da seme in un'area di saggio in località "Solivi di Ceto" in cui è stato eseguito un intervento di taglio culturale nel 2007. Curva disegnata a partire dai risultati dei rilievi dendro-auxometrici eseguiti tra aprile e maggio 2014 in località "Solivi di Ceto" (BS).

Entrando nel merito dei risultati dell'intervento, l'analisi degli incrementi legnosi mette in evidenza come l'obiettivo gestionale di valorizzazione della quercia sembri soddisfatto. A favore di quest'ipotesi, nel diagramma che mette a confronto l'incremento percentuale annuo delle matricine di quercia nelle due aree (Fig. 4.7), sono osservabili due situazioni: dal 2001 al 2008 gli alberi mostrano incrementi percentuali notevolmente confrontabili, la cui differenza è probabilmente dovuta alla variazione dei fattori stagionali e all'evolvere delle condizioni fisionomico-strutturali del popolamento; diversamente, dal 2009, superato lo *shock da taglio*, è presente un *gap incrementale* a vantaggio delle querce in AI, con incrementi nell'ordine del 5 %, mentre in AN la crescita in volume rimane attestata attorno ad un valore annuo del 3,5 %. Altresì, in questo secondo periodo, è osservabile un'apparente interruzione del calo progressivo degli incrementi riscontrato dal 2001 al 2007; se è vero che per approfondire il fenomeno sarebbe necessario disporre di maggiori informazioni pregresse, appare tuttavia più netta la differenza che a partire dal 2009 si è avuta tra gli incrementi percentuali delle due aree. Questo dato, benché non si disponga di maggiori conferme statistiche che ne certifichino appieno la validità, è considerato sufficientemente rilevante da avvalorare l'ipotesi di successo dell'intervento volto a favorire i soggetti adulti di *Quercus spp.* Dato che l'incremento in volume è strettamente legato alla possibilità di assimilazione della chioma si ritiene che possa effettivamente esserci stato un passaggio al piano dominante delle matricine di quercia; una conferma in tal senso è demandata all'analisi qualitativa di cui al paragrafo 4.4.

### Incremento percentuale annuo delle matricine di quercia

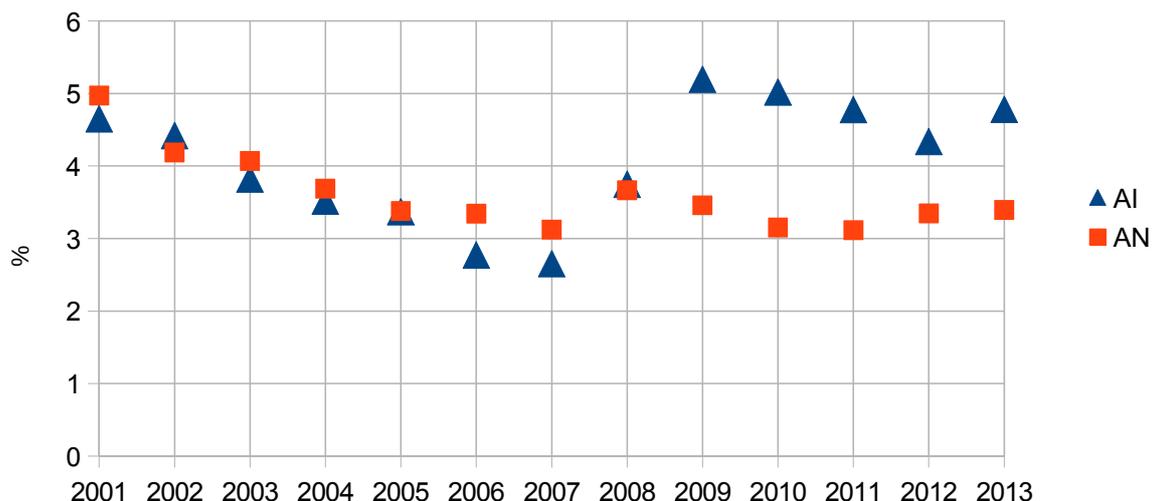


Figura 4.7: Confronto dell'incremento percentuale annuo calcolato per il periodo 2001-2013 con formula di Pressler, utilizzando un valore della costante  $K=300$ . I dati rilevati in località "Solivi di Ceto" (BS) tra aprile e maggio 2014 riguardano individui di quercia nati da seme in un Orno-ostrieto sottoposto ad un intervento di taglio colturale eseguito nel 2007. AN: situazione ex-ante; AI: situazione ex-post.

Prendendo invece in considerazione la porzione di bosco ceduo, soprattutto facendo riferimento al numero di polloni per ceppaia (Fig. 4.8), si può notare come l'intervento effettuato non abbia comunque compromesso le caratteristiche proprie del ceduo. Il *ricaccio di polloni* in AI è comunque confortante (Tab. 4.9) e consente, come da progetto, di non escludere la possibilità di un ritorno al bosco ceduo nel medio periodo (anche a garanzia degli *usi civici*), ovvero di sfruttare la prevedibile selezione intra-ceppaia. Ciò suggerisce una migliore possibilità che, nel medio termine, si manifesti la funzione “educatrice” dei polloni del ceduo, a vantaggio della qualità tecnologica delle querce rilasciate.

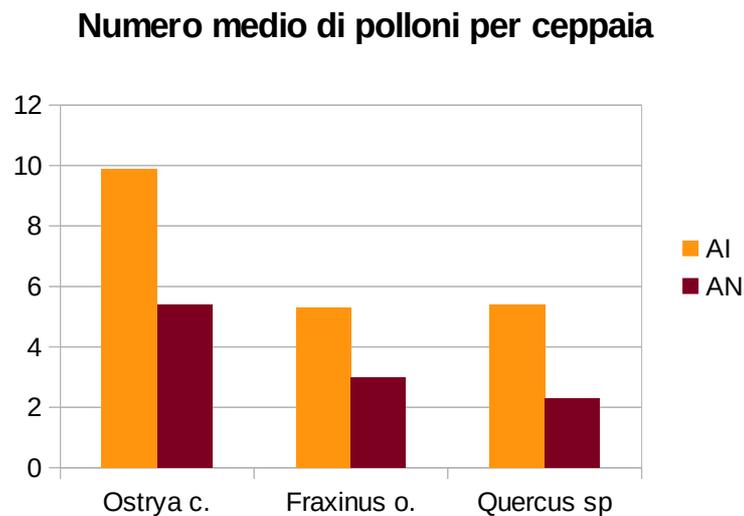


Figura 4.8: Grafico rappresentante il numero medio dei polloni per ceppaia rilevato tra aprile e maggio 2014 in località “Solivi di Ceto” (BS).

### 4.3. Stato della rinnovazione gamica

Nel verificare la buona riuscita dell'intervento è importante osservare se il popolamento mantenga la capacità di perpetuarsi, ovvero valutare presenza e stato della rinnovazione.

L'analisi della rinnovazione propriamente detta ha interessato piante di altezza per lo più inferiore al metro presenti in AI. Altre piante di dimensione maggiore ma diametro comunque inferiore a 12,5 cm (soglia della classe del 15), sono state rilevate nel corso del cavallettamento delle aree di saggio. Com'è possibile osservare nelle curve di struttura (Figg. 4.5 e 4.6) in AN è presente un elevato numero di questi soggetti, classificabili al limite come *prerinnovazione*. Questo valore decisamente superiore rispetto ad AI è in parte attribuito al fatto che, come riferito in precedenza, l'intervento, orientato tra l'altro al riordino fisionomico-

strutturale del popolamento, ha comportato una notevole selezione sulle piante di diametro inferiore. Per quanto riguarda, invece, la componente più giovane della rinnovazione (piantine di piccole dimensioni), questa è molto scarsa in AN, a tal punto che non si è ritenuto utile quantificarne in modo rigoroso la presenza.

In Tabella 4.10 sono riportati i risultati dell'analisi della rinnovazione gamica. Si nota facilmente la netta predominanza numerica dell'orniello, mentre la rinnovazione di carpino nero mostra di essere notevolmente inferiore, per la ridotta presenza di fattori limitanti orniello e quercia o per fattori limitanti il carpino. Il principale fattore discriminante si ritiene essere la minore efficienza nell'uso dell'acqua in condizioni di *stress idrico* da parte del carpino nero, rispetto alla Roverella e, soprattutto, all'orniello (Del Favero, 2004); infatti, date le caratteristiche pedologiche del sito, non è impensabile che si verificano condizioni diffuse di *stress idrico*.

Specie	Parametri	h < 50 cm	h ≥ 50 cm	Totale
<b><i>Orniello</i></b>	h media	19 cm	79 cm	-
	piantine/ha	60667	3000	63667
<b><i>Carpino nero</i></b>	h media	16 cm	54 cm	-
	piantine/ha	1000	333	1333
<b><i>Quercus spp.</i></b>	h media	25 cm	72 cm	-
	piantine/ha	18667	2667	21334
	Stato sanitario	65 %	59 %	-
	CL fitosanitaria	Medio/Buono	Medio→Buono	

Tabella 4.10: Analisi dei dati ottenuti dal rilievo della rinnovazione eseguito tra aprile e maggio 2014 in località "Solivi di Ceto" (BS).

Come per i rilievi dendro-auxometrici per le piante di quercia è stata eseguita un'analisi più approfondita. Dai dati in Tabella 4.10 risulta come anche la quercia sia numericamente ben rappresentata nella rinnovazione del popolamento in AI. Oltre al numero di piantine a ettaro, tuttavia, un altro fattore importante gioca -al contrario- nel determinare l'affermazione nella rinnovazione: la mortalità. Per cogliere, in parte, anche questo aspetto si è rilevato lo stato fitosanitario della rinnovazione, che nella fattispecie è risultato *medio-buono*. Anche se si tratta di primi risultati, caratterizzati da normale incertezza, il numero di piantine a ettaro e lo stato fitosanitario della rinnovazione sono dati confortanti, soprattutto per la Roverella, le cui tipiche problematiche nel rinnovarsi sotto copertura sono palesate nell'assenza pressoché totale di rinnovazione in AN; ciononostante anche l'affermazione è una fase critica i cui fattori

limitanti non sono da sottovalutare. In particolare è stato possibile osservare in campo l'effetto negativo prodotto dalla defogliazione da parte di insetti allo stadio larvale o adulto (*Operophtera brumata*, *Operophtera fagata*, coleotteri *Curculionidi* e altre diverse specie), nonché dalla *brucatura* da parte di ungulati; questi danneggiano la rinnovazione nutrendosi di gemme e, nei casi peggiori, costringendo le piante al tipico “portamento bonsai”.

Per comprendere meglio come avviene il processo di rinnovazione delle querce nel popolamento si rimanda al diagramma in Figura 4.9 in cui è data un'indicazione sulla distribuzione spaziale della rinnovazione. Si noti che nella maggior parte delle unità di rilievo (66%) si rinvengono da 0 a 2 piantine, mentre la rinnovazione tende a concentrarsi in determinate zone, generalmente le più favorevoli in merito alla pesantezza del seme (nelle vicinanze dei portaseme o in punti dove è favorito l'accumulo di semi dispersi per via barocora); anche la disomogeneità spaziale della fertilità fisica del suolo è un'importante discriminante, in fase d'insediamento ma soprattutto di affermazione delle piantine. Diversamente, per l'orniello la distribuzione nello spazio orizzontale delle piantine è più omogenea, probabilmente per il concomitare di aspetti legati a caratteristiche specie- e/o sito-specifiche del processo di riproduzione e disseminazione (anemocora). Nonostante questo fenomeno non manifesti attualmente particolari preoccupazioni, in futuro sarà un elemento da tenere in considerazione in fase d'intervento.

#### Unità di rilievo della rinnovazione con diversa frequenza di *Quercus* spp.

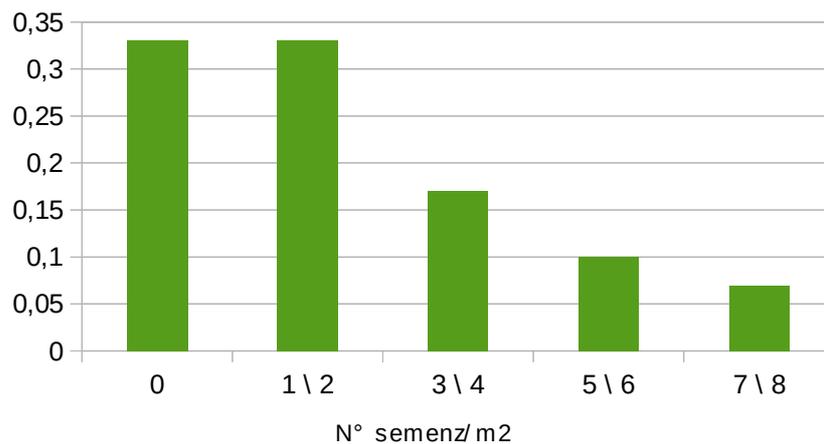


Figura 4.9: Diagramma di distribuzione di frequenza delle unità di rilievo differenziate per numero di piantine di *Quercus* spp. individuate al suo interno. Dati riferiti a rilievo della rinnovazione eseguito tra aprile e maggio 2014 in località “Solivi di Ceto” (BS).

Complessivamente i risultati riportano una situazione positiva per la germinazione del seme, ben testimoniata dall'abbondanza di piantine. Queste costituiscono un potenziale importante per l'affermazione, benché questa sia vincolata ai diversi fattori limitanti, quali, innanzitutto, la citata attività fitofaga della fauna e il livello di copertura; in particolare quest'ultimo fattore, ad oggi, appare ben calibrato dall'intervento. Il mantenimento di adeguati livelli di copertura sembra permettere la germinazione della rinnovazione e, al contempo, garantire un certo livello di protezione della stessa. Infatti, allo stato attuale, si è evitato l'affermarsi diffuso di specie nitrofile, o l'ingresso massivo di specie secondarie come il castagno e l'abete rosso, o di specie pioniere come il larice o la betulla. Tale fatto gioca nettamente a favore degli obiettivi di valorizzazione multifunzionale che hanno mosso le logiche d'intervento dove, accanto ad un sensibile miglioramento delle condizioni generali della quercia, è richiesta una pronta rinnovazione naturale del soprassuolo in grado di offrire nel medio periodo almeno due ipotesi gestionali concrete: 1) ritorno al bosco ceduo; 2) possibilità di effettuare un analogo intervento beneficiando di un soprassuolo di quercia migliore di quello attualmente presente.

#### **4.4. Vitalità e portamento delle querce**

Lo *status* delle piante adulte rilasciate consente di valutare i risultati ottenuti. Benché i tempi di intervento siano certamente poco significativi nel caso di soprassuoli “lenti” come quelli in esame, 7 anni sono comunque un buon margine per valutare la “risposta” fisiologica delle piante rilasciate. Così com'è infatti stato possibile rilevare un aumento degli incrementi percentuali, è altrettanto possibile effettuare delle considerazioni sullo status delle chiome utili a definire la bontà dell'intervento in ottiche di medio periodo.

L'elaborazione dei dati rilevati, riportata in Tabella 4.11, sottolinea diversi aspetti:

- *Posizione sociale degli individui e compressione della chioma.* In AI le querce mostrano una posizione sociale di grado più elevato; infatti, rispetto ad AN, si registra +20% di piante in condizione di predominanza o dominanza e nessuna pianta dominata da soggetti circostanti. Ciò è dovuto alla ceduzione di individui comprimenti le chiome, com'è osservabile in campo. Infatti i dati rivelano che le chiome libere o compresse solo su un lato (spesso inevitabilmente quello a monte) sono il 57% in più in AI.
- *Asimmetria e rami epicormici.* La classificazione del livello di asimmetria della chioma fa presumere che un'effettiva espansione ci sia stata: rispetto ad AN le chiome in AI sono nettamente più protratte in direzione della luce, e quindi asimmetriche. Diversamente in AN la frequente condizione di sottomissione parziale o totale probabilmente “blocca” la

crescita della chioma e la conseguente tendenza all'asimmetria, condizione inevitabile in una stazione con questa pendenza ed esposizione.

- Rami epicormici. L'effetto del cambio di insolazione relativa, successivo al taglio, è chiaramente evidente in AI dove la presenza di rami epicormici è nettamente maggiore; si tratta, tuttavia, di rami non affrancati che, presumibilmente, non incideranno sullo status fisiologico dei rilasci, nonché saranno interessati da *autopotatura* in seguito all'interazione con la componente cedua nei prossimi anni.
- Aspetti qualitativi della chioma. La valutazione di *Ramificazione* e *Vitalità* della chioma ha rilevato dati confortanti: benché con entità modeste, si osservano soggetti diffusamente migliori e in fase di accennata ripresa fisiologica (in AI si registra una maggior quantità di individui con chioma in medio/buono stato, +16% *Ramificazione* e +28% *Vitalità*).

Appare dunque indubbio il miglioramento delle condizioni fisionomico-strutturali del soprassuolo, a conferma dei dati ottenuti nei rilievi precedenti.

<b>Parametri</b>	<b>Classificazione</b>	<b>AI</b>	<b>AN</b>	<b>Δ</b>
<b>Posizione sociale</b>	PD - Predominante	28%	0%	+28%
	De - Dominante	36%	44%	-8%
	CD - Co-dominante	36%	39%	-3%
	Da - Dominata	0%	17%	-17%
<b>Rami epicormici</b>	A - Assenti	10%	56%	-46%
	P - Pochi	36%	33%	+3%
	M - Medi	36%	11%	+25%
	T - Tanti	18%	0%	+18%
<b>Compressione</b>	0 - Chioma libera	36%	17%	+19%
	1 - Chioma compressa su 1 lato	55%	17%	+38%
	2 - Chioma compressa su 2 lati	9%	28%	-19%
	3 - Chioma compressa su 3 lati	0%	16%	-16%
	4 - Chioma compressa su 4 lati	0%	11%	-11%
	5 - Pianta sottomessa	0%	11%	-11%
<b>Ramificazione</b>	1 - Crescita apicale e laterale vigorosa	9%	11%	-2%
	2 - Crescita apicale vigorosa, laterale ridotta	46%	28%	+18%
	3 - Evidente riduzione crescita	45%	44%	+1%
	4 - Crescita bloccata	0%	17%	-17%
<b>Vitalità</b>	1 - Vitalità molto elevata	0%	0%	0%
	2 - Vitalità buona	18%	17%	+1%
	3 - Vitalità intermedia	55%	28%	+27%
	4 - Vitalità bassa	18%	28%	-10%
	5 - Vitalità molto scarsa	9%	27%	-18%
<b>Asimmetria</b>	A - Assente	0%	0%	0%
	B - Bassa	36%	66%	-30%
	M - Media	28%	28%	0%
	E - Elevata	36%	6%	+30%

Tabella 4.11: Analisi qualitativa eseguita su campioni di *Quercus spp.* in due aree di saggio interne in località "Solivi di Ceto" (BS). Rilievi eseguiti tra aprile e maggio 2014. AN: situazione ex-ante; AI: situazione ex-post; Δ: differenza AI-AN.

## 5. Conclusioni

Da quanto emerso in questo lavoro di tesi l'intervento effettuato ha avviato un parziale processo di conversione con il chiaro scopo di "guadagnare tempo" e consentire successive valutazioni di medio periodo della "risposta fisionomico-strutturale" di *Quercus spp.* Tale necessità appare attualmente soddisfatta, permettendo così di conservare ipotesi di tipo produttivo senza precludere quelle connesse con tutte le altre funzioni del bosco.

Certamente si assisterà ad una sensibile depressione dei livelli produttivi del ceduo riconducibile alla tendenza a diminuire la frequenza degli interventi. Rimane infatti assodato che, soprattutto in questi ultimi anni di esasperazione dei costi unitari d'intervento, il mantenimento di buoni livelli produttivi, soprattutto nei cedui, non possa prescindere dall'effettuazione di cure intercalari, la cui programmazione appare sempre più incerta<sup>14</sup>.

Per quanto riguarda la valorizzazione della quercia i risultati di questo studio sono ampiamente positivi. Tutti i rilievi e le analisi effettuate, infatti, hanno riportato un miglioramento più o meno netto delle condizioni generali di *Quercus spp.*: dai dati dendro-auxometrici è stato possibile osservare come, in seguito all'intervento, gli incrementi percentuali dei soggetti adulti di quercia mostrino in AI un aumento netto rispetto ad AN; l'abbondante presenza di rinnovazione è molto confortante, nonostante sia necessario attendere il superamento della fase di affermazione per esprimersi appieno a riguardo; la maggiore vitalità delle chiome e il miglioramento diffuso di posizione sociale dei soggetti in AI sembra confermare un loro migliore status.

Inoltre dai risultati ottenuti si può concludere che:

- c'è una buona possibilità perché il soprassuolo evolva verso un tipo forestale a maggior presenza di *Quercus spp.*, costituendo un imprescindibile elemento di pregio tipologico-vegetazionale nel contesto dell'Italia settentrionale;
- il mantenimento di una porzione considerevole di ceduo e i dati sul riscoppio delle ceppaie fanno ben sperare in termini di mantenimento di livelli produttivi sufficienti per il soddisfacimento degli usi civici (comunque l'abbondanza di matricine consente un buon livello complessivo di provvigione). Inoltre, qualora se ne manifestasse necessità nel medio periodo, non è escluso un ritorno al ceduo semplice.

---

<sup>14</sup> La gestione incostante dei boschi cedui può essere causa di crolli delle ceppaie (Conedera et al., 2010), dunque oltre che dal punto di vista produttivo, può assumere connotazioni negative anche per la funzione protettiva del soprassuolo.

- la riqualificazione di boschi cedui trattati in maniera incostante permette alle querce un migliore sfruttamento del biospazio, quindi la presenza di più nicchie ecologiche (come certificato dal rilievo floristico);
- l'osservazione diretta della fauna o di *segnali di presenza* indica un parziale recupero della funzionalità ecosistemica (l'arricchimento in termini di specie animali è attribuibile alla presenza di querce e di altre specie a valenza faunistica tutelate, quali *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Tilia cordata*, ...);
- l'intervento ha determinato un miglioramento del soprassuolo dal punto di vista paesaggistico; l'aumento del *valore estetico* del soprassuolo, facilmente osservabile in campo, è ben certificato da indicatori come il *pregio cromatico* (Del Favero *et al.*, 2000), ma può essere valutato anche in riferimento alla struttura dello stesso che, appare nettamente assimilabile a quella di *ceduo composto*, se non di *fustaia*;
- quanto rilevato nei punti precedenti costituisce un potenziale fondamentale per l'ampliamento delle opportunità di valorizzazione del Parco dell'Adamello. Come già osservato in precedenza, infatti, l'ecoturismo rappresenta un fenomeno non prescindibile per un Ente che, come il Parco, è chiamato a svolgere compiti di tutela, ma anche di promozione territoriale. Nella fattispecie le caratteristiche assunte dal soprassuolo con l'intervento possono attirare nuove categorie di fruitori, quali raccoglitori di funghi, fotografi, naturalisti *sui generis*, botanici, faunisti, ma anche semplici appassionati.

Queste considerazioni assumono significato particolare proprio nel caso *Solivi di Ceto*, in cui la coesistenza delle forme più tradizionali di utilizzazione dei soprassuoli di latifoglie, non si è sovrapposta agli obblighi comunque imposti dalle disposizioni proprie di una *Zona di Particolare Rilevanza Paesistico Ambientale*. Rimane indubbia la necessità di garantire alle logiche d'intervento iniziate nel 2007 la dovuta continuità, ovvero di tararne l'efficacia di medio-lungo periodo. Per tale motivo è ben auspicabile che questi "primi risultati" siano supportati da successive analisi e valutazioni di merito.

Possiamo affermare che, alla luce dell'apparente successo dell'intervento, le logiche di *valorizzazione multifunzionale* dei soprassuoli risultano un'alternativa gestionale efficace, rispetto ad altre ipotesi di intervento. Ciononostante si evidenzia come questo approccio gestionale non debba essere limitato a singoli casi, ma debba costituire un vero e proprio *modus operandi* per diversi tipi di soprassuolo.

Dal punto di vista pratico, è possibile suggerire alcune “azioni” di breve periodo che si ritengono importanti per il completamento delle finalità dell’intervento<sup>15</sup>:

- effettuare maggiori approfondimenti d’indagine ripetendo le analisi effettuate in corrispondenza di un ipotetico nuovo taglio intercalare (allo scadere del prossimo lustro);
- quantificare l’indotto economico potenzialmente conseguente ad una gestione forestale indirizzata in questi termini rispetto alle forme cosiddette più “tradizionali” (diversificazione degli *stakeholders*);
- effettuare, anche nel Parco dell’Adamello, analisi multicriteriali funzionali alla standardizzazione di *Modelli di gestione forestale* meglio codificati rispetto alla necessità di ottenimento di benefici non traducibili in termini economici (*esternalità positive*).

---

15 Le disposizioni programmatiche del Parco dell’Adamello appaiono comunque ben indirizzate in tal senso. (Appendice A)

## Bibliografia e sitografia

- AA. VV. (2009). *Atti del III congresso nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Volume secondo*. Tipografia Coppini, Firenze.
- Baroni, C. & Carton, A. (1996). Geomorfologia dell'alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello Alpi Centrali). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 19: 3-17.
- Belloni, S., & Pelfini, M. (1987). Il gradiente termico in Lombardia. *Acqua-aria*, 4, 441-447.
- Belloni, S., Annovazzi, A., & Diolaiuti, G. (2005). Il regime termico annuo in Lombardia nel trentennio 1955-1984. Definizione dei tipi di clima fondamentali mediante il confronto dei regimi termici delle due metà dell'anno. *Geografia fisica e dinamica quaternaria. Supplementi*, 41-49.
- Bernetti, G. (1995). *Selvicoltura speciale*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.
- Bussotti F., Bettini D., Cenni E., Cozzi A., Ferretti M., Nibbi R., Capretti P., Stergulc F., Tiberi R. (2006). *Valutazione della Condizione delle chiome. Manuale di Campagna*. (Giugno 2006, Revisione 2). Pubblicato da Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Roma.
- Callegari, E., & Brack, P. (2002). *Geological map of the Tertiary Adamello batholith (Northern Italy): Explanatory notes and legend*. Mem. Soc. Geol., Vol. 54, pp. 19-49 - Padova.
- Ceriani, M., & Carelli, M. (2000). Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891–1990). *Direzione Generale Territorio e Urbanistica Regione Lombardia*.
- Ciancio, O. (2009). Quale selvicoltura nel XXI secolo?. *Annali*, 57, 1-68.
- Conedera, M., Pividori, M., Pezzati, G. B., & Gehring, E. (2010). Il ceduo come opera di sistemazione idraulica. La stabilità dei cedui invecchiati. *Atti del 46 corso di cultura in ecologia*, 7(10), 85.
- De Philippis, A. (1937). Classificazioni ed indici del clima, in rapporto alla vegetazione forestale italiana. *Plant Biosystem*, 44(1), 1-169.
- Del Favero, R. (2000). *Biodiversità e indicatori nei tipi forestali del Veneto*. Multigraf, Spinea.
- Del Favero, R. (2002). *I tipi forestali della Lombardia*. Cierre edizioni U.
- Del Favero, R. (2004). *I boschi delle regioni alpine italiane: tipologia, funzionamento, selvicoltura*. CLUEP, Padova.
- Del Favero, R. (2006). Quale selvicoltura?. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 3(1), 1.
- Del Favero, R. (2010). Quale assestamento?. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 7(1), 5.
- Ducoli, A. (2012). *Modelli di gestione forestale per il Parco dell'Adamello*. Tipografia brenese. 272 pp.
- Eccel, E., & Saibanti, S. (2007). Inquadramento climatico dell'Altopiano di Lavarone-Vezzena nel contesto generale trentino. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica*, 82, 111-121.
- Fontana, D. (2012). *La valorizzazione energetica delle biomasse*. Tesi di laurea. Relatore Gianfranco G. Correlatore Fiala M. Facoltà di Agraria, Università degli studi di Milano.
- Franzoni, F. (2002). Studio climatico Valle Camonica e Valle di Scalve.  
<http://www.scalve.it/meteo/studioclimatico>
- Gamborg, C., & Larsen, J. B. (2003). 'Back to nature'-a sustainable future for forestry?. *Forest ecology and management*, 179(1), 559-571.
- Giannini, R., & Susmel, L. (2006). Foreste, boschi, arboricoltura da legno. *Forest@-Journal of Silviculture and*

*Forest Ecology*, 3(4), 464.

Green, R. N., Trowbridge, R. L., & Klinka, K. (1993). Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*, 39(Supplement 28), a0001-z0002.

Hvenegaard, G. T., Butler, J. R., & Krystofiak, D. K. (1989). Economic values of bird watching at Point Pelee National Park, Canada. *Wildlife Society Bulletin*, 526-531.

Kennedy, J. J., Thomas, J. W., & Glueck, P. (2001). Evolving forestry and rural development beliefs at midpoint and close of the 20th century. *Forest Policy and Economics*, 3(1), 81-95.

Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmli, W., ... & Wohlgemuth, T. (2010). Flora indicativa. *Ecological Indicator Values and Biological Attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Bern: Haupt-Verlag.

Marangon, F., Tempesta, T., & Visintin, F. (2002). La domanda di ecoturismo nell'Italia Nord-Orientale. *Genio Rurale*, (5), 33-39.

Nigrelli, G. (2009). Inquadramento climatico della Valtellina e della Val Camonica.  
<http://www.naturaweb.net/pdf/climavv.pdf>

Ozenda, P. (1985). La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen.

Paci, M. (2004). Problemi attuali della selvicoltura naturalistica. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 1(2), 59.

Pavari, A. (1916). Studio preliminare sulla coltura delle specie esotiche in Italia. I. Parte generale. *Annali del Regio Istituto Superiore Forestale Nazionale*.

Pettenella, D. (2009). *Le nuove sfide per il settore forestale: mercato, energia, ambiente e politiche*. Tellus.

Pignatti, G. (2011a). Gestione forestale e complessità: verso una nuova selvicoltura?. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 8(4), 126.

Pignatti, G. (2011b). La vegetazione forestale di fronte ad alcuni scenari di cambiamento climatico in Italia. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 8(1), 1.

Piussi, P. (1994). *Selvicoltura generale*. Torino, Italy: Utet.

Santoro, G. L. (2008). Il clima della Valle Camonica.  
<http://pdf.3bmeteo.com/pdf/articolo/il+clima+della+valle+camonica+a+cura-20059/20059>

Schütz, J. P. (1999). Close-to-nature silviculture: is this concept compatible with species diversity?. *Forestry*, 72(4), 359-366.

Tempesta, T. (1994). L'apporto delle aziende agricole alla conservazione del paesaggio. *Sistemi produttivi, redditi agricoli e politica ambientale*. PF RAISA, Franco Angeli, Milano 190-202.

Tabacchi, G., Di Cosmo, L., Gasparini, P., & Morelli, S. (2011). *Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea*. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento. 412 pp.

Wolynski, A., Berretti, R., & Motta, R. (2006). Selvicoltura multifunzionale orientata alla qualità. *Sherwood*, 12(118), 5-12.

Zanella, A. (2001). *Humus forestali: manuale di ecologia per il riconoscimento e l'interpretazione: applicazione alle faggete*. Centro di ecologia alpina.

# Appendici

## Appendice A - Indirizzi tecnici e amministrativi del Piano di Settore Foreste

Si riporta integralmente una parte del *Piano di Settore Foreste* del Parco dell'Adamello, adottato con *Delibera dell'Assemblea della Comunità Montana di Valle Camonica n. 10 del 18/04/2011*, in cui sono dati indirizzi tecnici e amministrativi di carattere generale per la gestione forestale nell'area protetta.

Indirizzi tecnici:

- **Alto fusto.** Promozione della forma di governo ad alto fusto e conversione a fustaia dei cedui non attivamente gestiti e/o invecchiati oltre i 40 anni.
- **Ceduo.** Promozione della forma di governo a ceduo solo nei casi in cui sia garantita un'adeguata gestione secondo dettami tecnici (cure colturali).
- **Biodiversità.** Il Parco promuove la valorizzazione di soprassuoli tra loro diversificati e caratterizzati da elevati livelli di complessità fisionomico-strutturale.
- **Libera evoluzione naturale.** La libera evoluzione naturale viene dettata in tutte le formazioni forestali di notevole importanza bio-ecologica (formazioni particolari, neoformazioni, formazioni ripariali, formazioni primitive, rupicole, di forra, di falda detritica).
- **Selvicoltura modulata.** Promozione di sistemi di taglio non intensivi e attenti alla valorizzazione della variabilità compositivo-strutturale dei soprassuoli, nonché al mantenimento della continuità di copertura (“taglio a scelta”, “taglio di preparazione” e “tagli successivi uniformi”), a meno della presenza di situazioni di derivazione antropica (rimboschimenti e boschi secondari di conifere) e/o per motivate necessità fitosanitarie e idrogeologiche.
- **Tutela delle specie accessorie.** Promozione della tutela delle specie accessorie e di quelle in fase pioniera: *Prunus avium*, *Crataegus monogyna*, *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Juniperus communis*, *Laburnum anagyroides*, *Cornus sanguinea*, *Cornus mas*, *Morus alba*, *Populus tremula*, *Quercus pubescens*, *Salix caprea*, *Taxus baccata*, *Ulmus glabra*, *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia* e *Sorbus aria*.
- **Specie a valenza faunistica.** Promozione della tutela di tutte le specie vegetali ad elevata valenza faunistica come le specie accessorie (a meno di *Ulmus*, *Salix* e *Populus*) e: *Mespilus germanica*, *Malus sylvestris*, *Prunus sp.*, *Pyrus pyraeaster*.
- **Specie obiettivo.** Lotta alla banalizzazione tipologica dei soprassuoli. In particolare la salvaguardia delle specie e delle tipologie meno “competitive”: *Quercus sp.*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba* e *Pinus cembra*. Per specie e tipologie obiettivo dovranno essere adottati regimi di tutela “ad hoc” che possano prevederle anche il divieto di utilizzazione.
- **Alberi superdominanti.** Promozione tutela e valorizzazione degli stessi.
- **Alberi monumentali.** Il Parco promuove la tutela e la valorizzazione monumentale di singoli alberi e di soprassuoli boschivi con caratteristiche monumentali (cure colturali, selvicoltura d'educazione, segnalazione puntuale e pubblicità).

- **Necromassa.** Al fine di mantenere un buon livello di necromassa adulta in piedi e/o al suolo, è previsto il rilascio di vecchi alberi morti in fase di più o meno avanzata colonizzazione biotica (presenza di nidi e tane), e di almeno 10 mc/ha di necromassa adulta durante i tagli.
- **Stagionalità degli interventi.** Gli interventi forestali dovranno essere programmati valutando se le superfici oggetto d'intervento e quelle strettamente contigue siano abitualmente utilizzate da specie particolarmente minacciate (tetraonidi, ungulati, mustelidi, ecc.). Non sono previste limitazioni di periodo delle utilizzazioni forestali, ritenendo in tal senso più efficace una maggiore attenzione in fase di redazione dei progetti di taglio.
- **Tutela dei "punti acqua".** Tutela delle microaree umide all'interno del bosco.
- **Fasce arborate di protezione.** Viene promossa l'applicazione di forme d'intervento e tutela "ad hoc" a margine del bosco, soprattutto se adiacente a strade e infrastrutture forestali, affinché siano meglio protette dal disturbo le superfici più interne.
- **La lotta antincendi boschivi.** Messa in atto tramite contrasto delle situazioni di monospecificità, la conversione in altofusto dei cedui (con particolare riferimento ai castagneti), la valorizzazione di formazioni minori, ecc.

Indirizzi amministrativi:

- **Il ruolo dei Consorzi Forestali.** Il Parco individua i Consorzi Forestali come principali interlocutori nella gestione attiva del patrimonio forestale pubblico e, mediante protocolli d'intesa dedicati, individua con essi forme condivise di intervento e di programmazione.
- **Il ruolo degli usi civici.** Il Parco promuove "*riordino degli usi civici*" e la loro valorizzazione come forma capillare di utilizzazione e manutenzione del territorio.
- **Il contrassegno forestale.** L'operazione di contrassegno forestale preventivo effettuata da personale tecnico qualificato è ritenuta condizione necessaria per l'attuazione degli obiettivi di gestione e di indirizzo forestale; le operazioni di contrassegno potranno non essere necessarie nel caso di tagli di piccola entità (tagli ad uso familiare attuati su superfici private inferiori a 0,1 ha) e per la bonifica di alberi morti e/o sradicati e/o instabili.
- **Assistenza tecnica.** Si promuovono iniziative atte a garantire ai proprietari pubblici e privati la migliore assistenza tecnica (corsi specifici, patentino per il contrassegno e il taglio del bosco, convenzioni con i Consorzi Forestali e con i professionisti abilitati, ecc.).

## **Appendice B - Tutela della biodiversità: cronistoria delle foreste della Valle Camonica**

Si riporta integralmente da “*Modelli di gestione forestale per il parco dell'Adamello*” (Ducoli, 2012):

1. **fino ai primi anni dell'800** la gestione forestale in Valle Camonica era pressoché mutuata dalla “scuola veneziana“ e dalle disposizioni della sua Repubblica; si diffusero e consolidarono forme di gestione collettiva dei soprassuoli rigorosamente normate e controllate (*Vicinie*);
2. **nei primi anni dell'800** le imponenti necessità dell'esercito francese non risparmiarono nemmeno i soprassuoli della Valle Camonica, che vennero letteralmente aggrediti e disboscati fino all'osso; cominciò di conseguenza ad affermarsi la necessità di “semplificare” le rigorose e consolidate regole di gestione del bosco, orientandone la possibilità di sfruttamento anche a favore di soggetti privati; è in questi anni che si verificò un radicale e forse irreversibile cambio di mentalità nei confronti del bosco, non più inteso come elemento di sostegno collettivo ma come risorsa legnosa fine a se stessa;
3. **nella seconda metà dell'800** nuovi regolamenti cercarono di ricondurre i soprassuoli a forme meno esclusive di gestione, adottando i modelli della “scuola austriaca” che in quegli anni esercitava importanti influenze sulla gestione forestale in tutta Europa; tali modelli, certamente molto funzionali dal punto di vista produttivo, comportarono un allontanamento consistente dei soprassuoli dalle condizioni più “naturali” del secolo precedente, fino al radicale e pressoché irreversibile cambiamento di composizione a favore delle conifere e del castagno;
4. **nella prima metà del 900** le ulteriori nuove necessità dettate dal succedersi di due conflitti mondiali, determinarono un consistente “ritorno” alle forme intensive di sfruttamento del patrimonio boschivo già osservate nel periodo napoleonico; rispetto a quegli anni, tuttavia, si affermò una nuova politica forestale che, accanto al taglio intensivo del bosco, affiancò un'intensa attività di rimboschimento; in questi anni viene definitivamente riconosciuto il valore multifunzionale del bosco attraverso l'introduzione del Vincolo Idrogeologico (R.D. n. 3267 del 30 dicembre 1923);
5. **il dopoguerra** assume, per certi versi, l'identico andamento osservato al punto tre ovvero, dopo lo sfruttamento consistente del bosco, avvenuto negli anni precedenti, si affermò la necessità concreta di tutela e valorizzazione del patrimonio forestale; il repentino cambiamento di condizione sociale tuttavia determinò altresì la sempre minore dipendenza dalla risorsa legnosa con conseguente pressoché totale abbandono del bosco avvenuto negli anni 70-80.

## Appendice C - Legenda dei valori degli indici di Landolt (Landolt *et al.*, 2010)

---

### Valore d'umidità U

---

- 1 molto secco
  - 1+ secco
  - 2 mediamente secco
  - 2+ inumidito
  - 3 mediamente umido
  - 3+ umido
  - 4 molto umido
  - 4+ impregnato
  - 5 sommerso o sotto l'acqua
  - ^ piante sviluppandosi nell'acqua corrente
  - U piante generalmente sommerse
  - V piante in parte sommerse e in parte galleggianti
  - w umidità mediamente variabile ( $\pm$  serie di 1-2)
  - w+ umidità fortemente variabile (serie superiore di  $\pm$  2)
- 

### Valore di reazione R

---

- 1 molto acido (pH 2.5-5.5)
  - 2 acido (pH 3.5-6.5)
  - 3 leggermente acido a neutro (pH 4.5-7.5)
  - 4 neutro a basico (pH 5.5-8.5)
  - 5 basico (pH 6.5->8.5)
- 

### Valore delle sostanze nutritive N

---

- 1 molto poveri in nutrimenti
  - 2 povero in nutrimenti
  - 3 mediamente povero a mediamente ricco in nutrimenti
  - 4 ricco in nutrimenti
  - 5 molto ricco in nutrimenti a surcompostato
- 

### Valore di luminosità L

---

- 1 molto ombreggiato
  - 2 ombreggiato
  - 3 mediamente luminoso
  - 4 luminosi
  - 5 molto luminosi
- 

### Valore di temperatura T

---

- 1 piano alpino a nivale (a partire dal limite della foresta fino al limite delle nevi)
  - 1+ piano suprasubalpino e subalpino superiore (foreste di pino cembro e di larici)
  - 2 piano subalpino (foreste di conifere senza faggio fino al limite superiore dell'abete rosso)
  - 2+ piano subalpino inferiore e montano superiore
  - 3 piano montano (foreste di faggi e d'abeti bianchi, nelle Alpi centrali foreste di pini silvestre)
  - 3+ piano montano inferiore e collinare superiore
  - 4 piano collinare (foreste di latifoglie miste di quercia)
  - 4+ luogo caldo, collinare
  - 5 luogo molto caldo, collinare (solo nei luoghi più caldi, tipico dell'Europa del sud)
- 

### Valori di continentalità C

---

- 1 atlantico (forte umidità dell'aria, molto deboli variazioni di temperatura, inverni miti)
  - 2 atlantico (forte umidità dell'aria, deboli variazioni di temperatura, inverni miti)
  - 3 subatlantico a subcontinentale (umidità dell'aria media, temperatura variabile, in inverno temperature leggermente basse)
  - 4 subcontinentale (debole umidità dell'aria, variazioni importanti di temperatura, inverni piuttosto freddi)
  - 5 continentale (leggera umidità dell'aria, considerevoli variazioni di temperatura, inverni freddi)
-