



LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union



Piano di gestione forestale per ottimizzare la produzione e l'uso della biomassa legnosa

DELIVERABLE AZIONE C8.2

31/12/2020





LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union



Il presente documento è stato realizzato nell'ambito del progetto PREPAIR (LIFE 15 IPE IT 013) finanziato dal programma LIFE 2014-2020 dell'Unione Europea;

- Data di chiusura del documento: (30/12/2020)
- Nomi degli autori che hanno collaborato alla realizzazione del documento:

Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA):

Mita Lapi, Domenico Vito, Antonio Ballarin Denti

Università degli studi di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali TESAF

Mauro Masiero, Nicola Andrichetto

Coordinatore di Azione

Mita Lapi, Domenico Vito, Antonio Ballarin Denti, - Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Coordinatore di Pillar

Alberto Suppa - Regione Lombardia



INDICE

Riassunto e principali risultati.....	2
Abstract and main findings.....	3
1. INTRODUZIONE.....	4
2. Il caso studio oggetto delle analisi.....	10
2.1 Le caratteristiche dell' area forestale inclusa nel piano.....	10
2.2 Gli obiettivi gestionali previsti dal piano di gestione.....	13
3. Metodologia.....	14
3.1 Le tre particelle selezionate per l'utilizzo di <i>StandWise</i>	14
3.2 Gli scenari ipotizzati.....	14
3.3 Le principali funzionalità del software <i>StandWise</i> ,.....	16
3.4 Gli indicatori considerati nell'analisi.....	17
3.4 I limiti dei <i>software</i> del pacchetto <i>Heureka!</i> in un contesto alpino.....	19
3.5 Le tipologie di interventi previsti ed i prezzi considerati nelle simulazioni.....	20
4. Risultati.....	22
4.1 Gli scenari di gestione forestale nella particella 2.....	22
4.2 Gli scenari di gestione forestale nella particella 6.....	26
4.3 Gli scenari di gestione forestale nella particella 9.....	30
5. Discussioni e considerazioni conclusive.....	34
Bibliografia.....	37



Elenco tabelle

Tabella 1 Principali tipi forestali presenti nell'area oggetto del piano.....	11
Tabella 2. L'estensione delle 12 particelle, incluse nel piano di gestione.....	11
Tabella 3. I principali interventi colturali (con relativa area interessata) previsti nel piano.....	13
Tabella 4. Descrizione degli indicatori scelti per l'analisi dei diversi scenari.....	18
Tabella 5. Tipologia di intervento ipotizzato con il relativo costo e la fonte informativa di questo valore.	20
Tabella 6. Principali caratteristiche della particella 2, così come riportate nel piano di gestione....	22
Tabella 7. Le caratteristiche dei tre scenari previsti per la particella 2.....	23
Tabella 8. Capacità di assorbimento del carbonio (C/ha) della particella 2 a secondo dei vari scenari ipotizzati.....	24
Tabella 9. Analisi economica dello scenario 2 nella particella 2. Analisi condotta con il supporto di StandWise.....	25
Tabella 10. Analisi economica dello scenario 3 nella particella 2. Analisi condotta con il supporto di StandWise.....	26
Tabella 11. Principali caratteristiche della particella 6, così come riportate dal piano.....	26
Tabella 12. Le caratteristiche dei tre scenari previsti per la particella 6.....	27
Tabella 13. Capacità di assorbimento del carbonio (C/ha) della particella 6 a secondo dei vari scenari ipotizzati.....	28
Tabella 14. Analisi economica dello scenario 2 nella particella 6. Analisi condotta con il supporto di StandWise.....	29
Tabella 15. Analisi economica dello scenario 3 nella particella 6. Analisi condotta con il supporto di StandWise.....	30
Tabella 16. Principali caratteristiche della particella 9.....	30
Tabella 17. Gli scenari di gestione previsti per la particella 9.....	31
Tabella 18. . Capacità di assorbimento del carbonio (C/ha) della particella 9 a secondo dei vari scenari ipotizzati.....	32
Tabella 19. Analisi economica dello scenario 2 nella particella 9. Analisi effettuata grazie al supporto di StandWise.....	33
Tabella 20. Analisi economica dello scenario 3 nella particella 9. Analisi effettuata grazie al supporto di StandWise.....	33
Tabella 21. Biomassa legnosa ottenibile da ogni particella considerata, a seconda del diverso trattamento e relativo potere calorifico producibile.....	34

Elenco figure

Figura 1. Distribuzione delle 12 particelle incluse nel piano.....	12
Figura 2. Sintesi degli scenari ipotizzati.....	15
Figura 3. Visione grafica (2D e 3D) delle particelle dopo gli interventi.....	16
Figura 4. . Categorie delle variabili disponibili nel software StandWise (immagine proveniente direttamente dall'utilizzo del SoftWare).....	17
Figura 5. Esempio calcolo del VAN, così come proposta da StandWise.....	19
Figura 6. Proiezioni nei 60 anni dei 4 indicatori selvicolturali scelti per la particella 2. Proiezioni condotte grazie all'utilizzo di StandWise.....	24
Figura 7. Proiezioni nei 60 anni dei 4 indicatori selvicolturali scelti per la particella 6. Proiezioni condotte grazie all'utilizzo di StandWise.....	28
Figura 8. Proiezioni nei 60 anni dei 4 indicatori selvicolturali scelti per la particella 9. Proiezioni condotte grazie all'utilizzo di StandWise.....	32



RIASSUNTO E PRINCIPALI RISULTATI

Il presente documento costituisce il principale *deliverable* della sub-azione C.8.2 – “*Definition of biomass management plans to optimize the production and use of biomass*”, del progetto LIFE prePAIR (Po Regions Engaged to Policies of AIR). Il principale obiettivo della sub-azione C.8.2 è quello di promuovere l'uso sostenibile della biomassa legnosa, attraverso la definizione di efficaci piani di gestione della biomassa in grado di migliorare la filiera locale e l'uso locale della biomassa.

Il documento, realizzato da Fondazione Lombardia per l'Ambiente (FLA), con il supporto del Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) dell'Università di Padova, mira a presentare i principali risultati dell'utilizzo di un *software* innovativo destinato a simulare, e, nello stesso tempo, analizzarne gli effetti, di determinate gestioni selvicolturali. Il caso studio, oggetto delle analisi, è un'area forestale individuata in una delle regioni *partner* del progetto PREPAIR. Il *software* selezionato per le analisi, invece, è incluso nel pacchetto *Heureka!*, e, grazie all'utilizzo di questo, si è potuto definire la quantità di biomassa legnosa, inclusi i residui legnosi, utilizzabili a fini energetici, ottenibile dalle diverse gestioni forestali. Oltre alla quantità di biomassa legnosa producibile, il *software* ha permesso anche di valutare gli effetti, di natura ambientale, delle diverse gestioni forestali ipotizzate nello studio.

Abstract and main findings

This document is the main deliverable of sub-action C.8.2 - *Definition of biomass management plans to optimize the production and use of biomass*”, of the LIFE project PREPAIR (Po Regions Engaged to Policies of AIR). The main objective of sub-action C.8.2 is the promotion of the sustainable use of woody biomass, through the definition of effective biomass management plans, capable of improving local supply chain of woody biomass.

The document, produced by the Lombardy Foundation for the Environment (FLA), with the support of the Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry of the Padua University, aims to present the main results of the utilization of an innovative software destined to simulate and, at the same time, analyze the effects of specific forestry managements. The case study considered is a forest area identified in one of the partner regions of the prePAIR project. The software selected for the analyzes is included in the *Heureka!* Package, and, thanks to this, it was possible to define the quantity of woody biomass, including wood residues, usable for energy purposes, obtainable from the various forest managements. In addition to the quantity of woody biomass that can be obtained, the software also made it possible to evaluate the environmental effects of the various forest management considered in the study.

1. INTRODUZIONE

Obiettivo dello studio

Il presente documento, realizzato nel contesto dell'azione C.8 (sub-azione C.8.2) del progetto Prepair, mira a presentare i risultati derivanti dall'utilizzo di un *software* innovativo, in grado di simulare gli effetti a lungo termine di diverse gestioni selvicolturali in specifiche aree forestali.

Le diverse simulazioni e le relative analisi, condotte attraverso l'utilizzo del *software*, sono basate su un piano di gestione forestale di un soprassuolo che occupa un'area montana del Piemonte. In quest'area, come in molte aree montane del Bacino Padano, negli ultimi anni, le attività selvicolturali sono in continua diminuzione e, di conseguenza, anche la produzione di biomassa legnosa di origine locale ha visto una forte riduzione.

Le simulazioni e le analisi saranno effettuate grazie ad uno dei *software*, inclusi nel pacchetto *Heureka!*. Come spiegato anche successivamente, il *software* selezionato (*StandWise*), permette di inserire e modificare piuttosto facilmente i dati riguardanti l'area forestale e gli eventuali trattamenti selvicolturali. Nello stesso tempo, il *software* possiede degli elementi molto interessanti per le finalità del progetto, come quello di quantificare i residui legnosi, utilizzabili per fini energetici, ottenibili dalle varie operazioni forestali. È importante sottolineare anche come la presente ricerca rappresenti il primo studio in cui uno dei *software* del pacchetto *Heureka!* viene utilizzato in un contesto italiano.

Grazie al *software* sono stati simulati tre differenti gestioni forestali in tre particelle incluse nel piano. In tutti i tre diversi trattamenti, viene ipotizzato e valutato, sia a livello economico che in termini di eventuali impatti ambientali, un eventuale utilizzo per fini energetici del materiale legnoso ottenuto dai diversi trattamenti.

Le superfici forestali in Italia – le motivazioni del recente trend

Negli ultimi trenta anni, la superficie forestale in Italia è sensibilmente aumentata ed oramai, attualmente, quasi il 40% del territorio nazionale è coperto da boschi e altre terre boscate (Marchetti *et al.*, 2018). Nel periodo 1985-2005 l'incremento è stato circa pari a 90.000 ettari, mentre nei dieci anni compresi tra il 2005 e il 2015 l'incremento è stato di 63.000 ettari. Nel nostro paese, l'aumento della superficie forestale è avvenuto maggiormente nelle zone collinari e montane. Infatti, secondo l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio del 2005 (INFC, 2005), l'espansione maggiore in termini percentuali si è verificata nelle classi di altitudine 0-500 m s.l.m. (+21%) e 1000-1500 m s.l.m. (+16%).

Parallelamente al continuo e graduale aumento della superficie forestale, in Italia è stata registrata una continua diminuzione delle operazioni forestali. Secondo l'INFC (2005), nel 2005 il 34% della superficie classificata nella macrocategoria *Bosco* non era soggetta ad alcuna pratica colturale, mentre il 40% risultava soggetta unicamente a pratiche colturali minimali.



Le cause della flessione delle operazioni forestali e dei relativi prelievi legnosi possono essere molteplici. Indubbiamente, l'orografia e la morfologia del territorio costituiscono uno dei limiti più rilevanti per le utilizzazioni forestali in Italia. Infatti, il 95% delle foreste italiane si trova ad una quota altimetrica superiore ai 500 metri sul livello del mare ed oltre il 44% si trova su superfici con pendenze superiori al 40% (Gasparini e Tabacchi, 2011). In aggiunta a ciò, anche gli aspetti fondiari costituiscono un importante fattore limitante delle attività forestali. Infatti, le proprietà forestali private ammontano complessivamente a circa il 60% dell'intera superficie forestale nazionale, ma sono caratterizzate da un'estrema frammentazione, con un'estensione media inferiore ai 3 ha (MIPAAF, 2017). Le dimensioni così ridotte delle proprietà forestali, nella stragrande maggioranza dei casi, rendono nulli i benefici economici derivanti dalla vendita di prodotti legnosi, data l'alta incidenza dei costi destinati alla pianificazione e alle operazioni forestali.

La continua diminuzione di interesse nella gestione selvicolturale attiva ha fortemente ridotto anche l'area soggetta a pianificazione forestale. Ad oggi, di fatto, soltanto il 18% della superficie forestale italiana è gestita attraverso piani gestionali validi (RaF, 2019).

L'importanza della pianificazione forestale e la relativa legislazione di riferimento.

La pianificazione essenzialmente può essere definita come **l'organizzazione a medio e lungo termine della gestione del bosco**, privato, pubblico o collettivo che sia, e costituisce il modo con cui **la società può cercare di assicurare la tutela e la valorizzazione di questo "bene comune"**, e le sue relative funzioni ambientali. (Ciancio, 2005; Nocentini *et al.*, 2017). Oltre a questo, un'appropriata pianificazione può contribuire a fornire in modo sostenibile la materia prima a filiere, basate sui prodotti di origine forestale, come legno, funghi e tartufi. (Nocentini *et al.*, 2011; Corona *et al.*, 2019).

La pianificazione forestale in Italia si è storicamente basata sullo sviluppo di piani di assestamento forestale, che includono un piano di gestione selvicolturale ed il relativo piano economico (Corona *et al.*, 2019). In Italia, la prima legge di riferimento per la pianificazione forestale è la legge Serpieri del 1923 (Regio decreto-legge 30 dicembre 1923, n. 3267, denominata "*Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*"¹). Questa legge, tra i suoi elementi, includeva l'obbligatorietà della predisposizione di piani economici (o definiti come assestamento forestale) per i boschi pubblici e la regolamentazione delle attività silvopastorali nella proprietà privata mediante l'applicazione delle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale a livello provinciale e locale.

¹ Il testo del regio decreto è disponibile al seguente link: https://www.minambiente.it/sites/default/files/R.D._30-12-1923_n._3267.pdf

Dagli anni 70' in poi, prima, tramite il d.P.R. n.11 del 15 gennaio 1972² e il d.P.R. n.616 del 24 luglio 1977³, e successivamente attraverso la riforma del Titolo V della Costituzione, tutte le funzioni amministrative, in materia di agricoltura e foreste sono state trasferite dallo stato alle regioni. Alle autorità regionali è quindi stata riconosciuta la completa autonomia legislativa, in materia forestale, ed attribuito alle stesse regioni la competenza esclusiva per la gestione ed il coordinamento delle funzioni economico-produttive dei soprassuoli forestali presenti nel proprio territorio. Tuttavia, nel corso degli anni, questo passaggio di competenze alle autorità regionali ha creato una certa sovrapposizione di ruoli e competenze e una certa eterogeneità dei sistemi normativi, anche a riguardo la programmazione e pianificazione forestale (Corona *et al.* 2020)

Proprio con l'obiettivo di definire le disposizioni nazionali di indirizzo per le Regioni, e migliorare il coordinamento unitario in materia di selvicoltura e filiere forestali, il 3 Aprile 2018, è stato emanato il decreto legislativo n.34⁴, (*Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali*), noto anche come TUFF. In questo contesto, nel rispetto dei ruoli e delle competenze istituzionali, nell'articolo 6 del decreto viene definita una gerarchia che parte dalla **strategia forestale nazionale**⁵, come documento cardine per l'indirizzo generale nazionale. Poi, a seguire, la programmazione prevede la seguente articolazione:

- I. un livello di tipo programmatico, mediante il **programma forestale regionale** (PFR), in cui le regioni devono contestualizzare nel proprio territorio gli obiettivi e le priorità nazionali;
- II. un livello di pianificazione a scala territoriale (comprensoriale/sovraziendale) mediante il **piano forestale di indirizzo territoriale** (PFIT), che può essere implementato da associazioni di enti o proprietari per ambiti territoriali omogenei;
- III. un livello a scala aziendale e operativo mediante il **piano di gestione forestale** (PGF), che può essere implementato dal singolo proprietario forestale o del soggetto gestore o di un consorzio di proprietari.

A proposito di questo ultimo strumento, ad oggi, esiste, a seconda delle regioni, una certa eterogeneità a livello di nomenclatura (piano economico, piano di assestamento forestale, piano di assestamento e gestione forestale). In generale, comunque un piano di gestione forestale, richiede una struttura articolata in una **relazione tecnica** e una sintesi degli **indirizzi di gestione per l'area**. E proprio un piano di gestione di un'area forestale di

² Decreto disponibile al seguente link: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:presidente.repubblica:decreto:1972-01-15:11>

³ Decreto disponibile al seguente link: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.del.presidente.della.repubblica:1977-07-24:616!vig=>

⁴ Decreto disponibile al seguente link: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2018/04/20/18G00060/sg>

⁵ La bozza della strategia forestale è disponibile al seguente link: <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/15339>

proprietà di un comune piemontese rappresenta il caso studio delle analisi presenti in questo studio e sarà presentato nel capitolo 2 del presente documento.

Il ruolo dei software nella pianificazione forestale

I boschi hanno svariate funzioni, tra cui è possibile ricordare: (i) la produzione di materiale legnoso che può avere un utilizzo industriale od energetico, (ii) la conservazione della biodiversità, (iii) il mantenimento di funzioni turistico-ricreative (iv) la mitigazione del cambiamento climatico, attraverso l'assorbimento di CO₂ degli alberi. Questi obiettivi possono risultare, almeno in parte, in conflitto tra loro e le diverse strategie gestionali per raggiungere questi possono prevedere interventi forestali assai differenti. Di conseguenza, **la pianificazione forestale comporta, molto spesso, complessi e difficoltosi processi decisionali**. Per questo motivo, i sistemi di supporto alle decisioni (definiti anche *Decision support system*, DSS) rappresentano importanti strumenti per i professionisti coinvolti nella pianificazione e nella gestione forestale (Segura *et al.*, 2014).

In termini generali, i sistemi DDS sono stati definiti da Holsapple (2008) come "*sistemi basati su sistemi informatici che, elaborando i dati di input, consentono all'utente di prendere le decisioni più produttive ed affidabili*". Mentre, nel 2010 Muys *et al.* considerava i DSS come "*strumenti che forniscono supporto per risolvere problemi decisionali mal strutturati integrando un'interfaccia utente, strumenti di simulazione, regole esperte, preferenze degli stakeholder, gestione del database e algoritmi di ottimizzazione*". In termini operativi, i *software* DDS sono in grado di valutare le conseguenze a lungo termine di diverse strategie, attraverso la definizione di specifici indicatori, che possono aiutare l'utente ad interpretare i diversi *output*.

A livello di gestione forestale, una volta definito il trattamento gestionale, un eventuale utilizzo di un *software* DDS può permettere la proiezione, per un periodo determinato di tempo, lo sviluppo del soprassuolo, in termini di specifici parametri forestali, come volume ed area basimetrica. I **software DDS possono** quindi risultare utili per rispondere alla domanda "*what if*", ovvero per **valutare le conseguenze di un determinato insieme di alternative di gestione forestale**. Mettendo a confronto i diversi scenari e i relativi *output*, un *software* DDS può aiutare i professionisti forestali ed eventuali decisori politici ad identificare il migliore trattamento selvicolturale per raggiungere determinati obiettivi.

A livello internazionale, negli ultimi anni, numerosi *software* DDS sono stati creati per simulare ed analizzare diverse gestioni forestali ed analizzare gli impatti di queste su differenti contesti forestali. La maggior parte di questi strumenti sono stati sviluppati specialmente per l'analisi di popolamenti forestali tipici del Nord America e del Nord Europa. Infatti, proprio in queste aree del mondo, la pianificazione e la relativa gestione forestale, data la grande estensione delle proprietà (anche private) forestali, possono avere un rilevante ritorno economico, e quindi il costo dell'utilizzo di un eventuale *software* può essere facilmente coperto.

Nel presente studio, la simulazione di differenti trattamenti selvicolturali su specifiche particelle forestali sarà effettuata con il supporto di uno dei *software* inclusi nel pacchetto *Heureka!*⁶ Quest'ultimo pacchetto di *software*, tutti basati su un approccio multi-criterio, sono stati sviluppati e successivamente aggiornati dalla "Swedish University of Agricultural Sciences". E' da sottolineare come l'intero pacchetto sia gratuito per qualsiasi utente.

Attualmente, i *software* inclusi nel pacchetto *Heureka!* rappresentano, a livello europeo, i DSS per il contesto forestale più utilizzati nella ricerca scientifica, oltre a costituire uno strumento sempre più utilizzato da aziende forestali e professionisti del nord-Europa per lo sviluppo di piani di gestione forestale. I *software* del pacchetto *Heureka!* mirano a coprire l'intero processo di supporto decisionale. Infatti, alcune funzionalità dei *software* possono fornire supporto durante l'inventario degli individui arborei presenti in una determinata area, altre possono fornire dati ed indicatori per la futura vendita del materiale, ed altre ancora analizzano i possibili impatti sui servizi ecosistemici dei diversi trattamenti forestali.

Nel dettaglio, *Heureka!* include i seguenti *software*:

- **StandWise:** *software* specifico per la simulazione di determinate gestioni selvicolturali in singole particelle;.
- **PlanWise:** *software* che, partendo da un set determinato di diverse gestioni forestali, identifica la migliore alternativa a seconda degli obiettivi e vincoli definiti dall'utente.
- **RegWise;** *software* finalizzato all'implementazione e relativa analisi di simulazioni forestali su larga scala. Parte degli input di questo *software* devono essere necessariamente basati sui dati di inventari forestali nazionali.
- **PlanEval:** *software* che supporta il confronto tra le simulazioni e i risultati ottenuti con l'utilizzo di *StandWise* e *PlanWise*.

Come sarà descritto anche successivamente le simulazioni che verranno presentate in questo documento sono state create tramite l'utilizzo del *software StandWise*. Le principali motivazioni che hanno portato a questa scelta sono le seguenti:

- come tutti i *software* inclusi nel pacchetto *Heureka!*, l'utilizzo di **StandWise è gratuito, così come anche gli aggiornamenti dei software**. A proposito di questo, è da sottolineare come tutti i *software* del pacchetto *Heureka!* sono regolarmente aggiornati. Per questo motivo, le analisi ed i modelli presentati in questo documento possono essere replicati anche da professionisti e tecnici;
- a differenza di molti *software* disponibili *on-line*, i dati di *input*, come le principali caratteristiche delle particelle forestali, possono facilmente essere importati; e non dipendono da nessun inventario forestale nazionale;

⁶ Il pacchetto dei *software Heureka!* è disponibile al seguente link: <https://www.slu.se/institutioner/skoglig-resurshushallning/programprojekt/sha/heureka/heureka/>

- le principali caratteristiche, in termini di tempistica ed intensità, dei trattamenti forestali previste dai diversi modelli, possono facilmente essere modificate;
- *StandWise* permette di calcolare anche **la quantità di sottoprodotti legnosi, come i residui prodotti dalle diverse operazioni selvicolturali ed il legname morto, che possono costituire importanti fonti di biomassa legnosa utilizzabili per fini energetici.**



2. Il caso studio oggetto delle analisi

Il caso studio in cui verrà testato il *software StandWise* è il “*Piano Forestale Aziendale delle proprietà del Comune di Giaveno*”⁷. Il piano è stato realizzato nel 2015 ed ha una validità di 10 anni. A livello geografico, il Comune di Giaveno occupa parte dell’alta Val Sangone, in Piemonte, e si colloca nel versante orografico destro della valle, che costituisce lo spartiacque con la Val Noce e la Val Chisone.

L’area è stata scelta come caso studio, poiché l’area è collocata in una regione *partner* del progetto *Prepair* (Piemonte) e poiché essa rappresenta, a livello di gestione forestale, un tipico caso riscontrabile in moltissime altre aree in regioni del Bacino Padano. Infatti, fino agli anni ‘50, i soprassuoli forestali del Comune di Giaveno, ed inclusi nel piano di gestione, venivano sfruttati per la produzione di assortimenti legnosi destinati ad un utilizzo energetico o industriale. Tuttavia, le mutate condizioni socio-economiche hanno portato ad un forte ridimensionamento degli interventi selvicolturali in tutte le aree forestali del comune di Giaveno. Ad oggi, le principali attività che si svolgono all’interno delle aree forestali non sono più finalizzate alla produzione di prodotti legnosi, ma sono per lo più collegate alla produzione e raccolta dei prodotti del sottobosco.

2.1 Le caratteristiche dell’ area forestale inclusa nel piano

La superficie totale di proprietà del comune di Giaveno si estende su **un’area pari a 727,15 ettari, di cui 488,88 ettari coperti da soprassuoli forestali ed i restanti 238,27 ettari caratterizzate da formazioni pascolive, rocce e macereti**. Il piano forestale, che sarà considerato nel presente studio, riguarda ovviamente solo l’area forestale di proprietà comunale.

Data la quota relativamente elevata dell’area in oggetto (tra gli 800 e i 2000 metri) , i tipi forestali prevalenti sono i larici-cembreti e gli alneti di ontano verde (Tabella 1). Oltre a queste formazioni, nella parte più bassa dell’area, si estende una faggeta, che ha un’estensione di circa 75 ettari.

Tra i diversi popolamenti presenti, le faggete e i larici-cembreti sono quelle che hanno un interesse gestionale maggiore, date le loro potenzialità, a livello di produzione di assortimenti legnosi. Difatti, all’interno dell’area, questi due popolamenti occupano aree con pendenze ridotte e con una discreta rete viaria, e, nello stesso tempo, sono in grado di fornire assortimenti legnosi con un discreto valore di mercato.

Tipi forestali	Ha	%
Boscaglie pioniere e di invasione	37,79	7,73
Castagneti	0,3	0,06

⁷ Una copia del documento è stato cortesemente fornito dai professionisti che hanno redatto il piano ed è comunque disponibile nel sistema informativo forestale regionale del Piemonte: <http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/pianiForestali/indexPianiForestali.do;jsessionid=Q1vHfj9FZzDNtQ92LyMxQLyCTz0tjLcQcqYhMqWHR31kP02p0t1n!-637984518!43744481>

Faggete	74,97	15,33
Larici - cembrete	176,21	36,04
Alneti di ontano verde	175,86	35,97
Robineti	2,3	0,47
Rimboschimenti	21,45	4,39
Totale area forestale	488,86	100
<i>Altre coperture del suolo (cespuglieti, seminativi, praterie, praterie, rocce)</i>	238,29	

Tabella 1 Principali tipi forestali presenti nell'area oggetto del piano

L'area forestale interessata dal piano si suddivide in 12 particelle. La più grande di queste, la particella 8, ha una superficie poco superiore ai 100 ha, mentre la più piccola, la particella 4, ha una superficie di circa 12 ha (Tabella 2). Le proprietà adibite a pascoli ed altri usi del suolo, sono classificate come aree fuori piano (FP), e per lo più si trovano poco sopra le particelle 8 e 9 (Figura 1).

N. particella	ha
1	15,78
2	55,58
3	23,36
4	12,68
5	27,26
6	71,34
7	90,43
8	100,54
9	24,19
10	18,66
11	21,68
12	22,54

Tabella 2. L'estensione delle 12 particelle, incluse nel piano di gestione



Figura 1. Distribuzione delle 12 particelle incluse nel piano

Per ogni particella, il piano di gestione, oggetto dello studio, fornisce una descrizione, che include:

- un breve testo per contestualizzare le principali caratteristiche della particella;
- la quota,
- la superficie,
- l'esposizione prevalente (nord, sud, ovest, est),
- l'ubicazione, confini e accesso;
- gli aspetti geomorfologici;
- il bacino idrografico di riferimento
- la descrizione della viabilità e dei possibili sistemi di esbosco;
- eventuali rischi di fenomeni di dissesto idrogeologico;
- la composizione dendrometrica, che include: (i) le specie presenti, (ii) l' area basimetrica (m^2/ha), (iii) il diametro medio, (iv) l'altezza dominante, (v) la provvigione (volume) (m^3/ha), (vi) l' età media del popolamento, (vii) l'incremento (in mm) negli ultimi 10 anni, (viii) l'incremento percentuale, (ix) l' incremento corrente;
- il tipo di rinnovazione (come ad esempio: rigenerazione sporadica sotto copertura o stentata);
- i possibili fattori di alterazione;

- le destinazioni funzionali prevalenti (evoluzione libera, fruizione, produttiva, produttiva/protezione).

2.2 Gli obiettivi gestionali previsti dal piano di gestione

Per ogni particella, il piano fornisce anche una descrizione e la relativa tempistica degli interventi selvicolturali previsti nei dieci anni di validità del piano. In linea generale, l'insieme degli interventi devono contribuire a raggiungere i seguenti obiettivi: (i) conversione della rimanente area a ceduo ad alto fusto; (ii) curare i rimboschimenti già effettuati; (iii) riqualificazione del paesaggio forestale, nel caso questo rappresenti il margine ai luoghi di particolare interesse, (iii) diradamento dei soprassuoli a fustaia, che negli ultimi anni hanno visto l'abbandono della gestione (iv) mantenimento e allo sviluppo di efficienti viali tagliafuoco e viabilità di accesso al bosco per garantire un'appropriata prevenzione agli incendi boschivi. Oltre a questi, il piano fornisce indicazioni per eventuali interventi selvicolturali per prevenire dissesti idrogeologici e per migliorare la viabilità interna all'area forestale.

La Tabella 3 riporta la superficie che, almeno, in linea teorica, nei dieci anni successivi alla realizzazione del piano, dovrebbe essere soggetta dai diversi interventi al fine di perseguire gli obiettivi gestionali precedentemente elencati.

Tipi di intervento	Area soggetta dai diversi Interventi (ha)	% rispetto alla superficie forestale
Cure culturali (pulizie, sfolli)	66,82	14,04%
Ceduazione	2,3	0,47%
Diradamento e conversione	51,05	10,44%
Diradamento ⁸	23,76	4,86%
Evoluzione controllata	242,3	49,56%
Taglio a scelta colturale ⁹	86,14	17,62%
Taglio a buche, raso	14,7	3,01%

Tabella 3. I principali interventi colturali (con relativa area interessata) previsti nel piano.

⁸ La definizione di questo tipo di trattamento considerato nel piano e nel presente studio è fornita nel paragrafo 3.5

⁹ La definizione di questo tipo di trattamento considerato nel piano e nel presente studio è fornita nel paragrafo 3.5

3. Metodologia

3.1 Le tre particelle selezionate per l'utilizzo di *StandWise*

Nel presente studio, il *software StandWise* verrà utilizzato per lo sviluppo di diversi modelli di gestione selvicolturale, in tre specifiche particelle incluse nel piano di gestione forestale. Nel dettaglio, per l'analisi sono state identificate particelle con caratteristiche diverse, a livello di specie, ma che, almeno in parte, possono avere una funzione produttiva di assortimenti legnosi destinati ad utilizzi energetici od industriali. Di seguito, si riportano le principali caratteristiche delle tre particelle considerate:

- **La particella 2 con una superficie pari a 51,28 ettari** è interamente occupata dall'unica estesa **faggeta** di proprietà comunale. A livello di singoli individui, nella parte superiore, la particella è contraddistinta da una qualità piuttosto bassa, date le ampie zone con suolo superficiale. Alle quote inferiori, invece, la particella è caratterizzata da una leggera diminuzione della pendenza, e da un generale aumento della fertilità stazionale. Questi due elementi consentono la crescita di individui di maggior interesse che possono avere un certo interesse economico;
- **La particella 6 con una superficie pari a 71,34 ettari** occupa la parte sommitale di alcuni valloni del bacino idrografico del Rio Brunello ed è costituita per lo più da **lariceti**. I popolamenti della particella, nella sua parte più bassa, sono caratterizzati da portamenti buoni e di alta qualità. Nelle altitudini più elevate alcuni fattori, come la presenza di incendi, le valanghe, la pietrosità stazionale, limitano, invece, lo sviluppo dei fusti di alta qualità e la rinnovazione del popolamento.
- **La particella 9 con una superficie pari a 24,19 ettari** include un lariceto montano sul versante idrografico destro ed un rimboschimento a pino nero sul versante opposto, con alcune piccole aree a faggeta. La buona qualità complessiva del rimboschimento e l'elevata provvigione presente fanno propendere per una generale destinazione protettivo-produttiva della particella.

3.2 Gli scenari ipotizzati

Per tutte le tre particelle considerate vengono ipotizzati tre diversi scenari di gestione selvicolturale, che saranno simulati grazie all'utilizzo del *software StandWise*. Per tutti i tre tipi di scenari il periodo considerato è **pari a 60 anni**. Come si vede, l'orizzonte temporale è ben più lungo rispetto a quello ipotizzato nel piano di gestione, che è pari a 10 anni. E proprio l'opportunità di modificare facilmente l'orizzonte temporale della gestione selvicolturale è una delle principali funzionalità di *StandWise*,

Gli scenari considerati sono i seguenti (Figura 2):

1. **Nessun tipo di trattamento selvicolturale:** nell'intero periodo di analisi (60 anni), in questo scenario, non si prevede alcuna operazione forestale.



2. **Trattamenti selvicolturali coerenti con il piano di assestamento.** In questo scenario si prevede, bene o male di seguire il piano dei tagli (e la relativa massa legnosa asportata) ipotizzato nel piano di assestamento. Come già ricordato, il limite temporale per il piano è pari a 10 anni, e in questo scenario viene ipotizzato che la l'operazione prevista dal piano venga effettuata al decimo anno e le stessa venga ripetuta dopo 20 anni, al trentesimo anno quindi.
3. **Gestione selvicolturale più intensa rispetto a quella prevista dal piano di assestamento.** Rispetto al precedente, in questo scenario, si prevede di aumentare la massa legnosa asportata (o l'intensità dei diradamenti o dei tagli di selezione, se previsti) nei diversi interventi previsti dal piano dei tagli e già definiti nel secondo scenario.

Come descritto dalla seguente Figura 2, il confronto tra gli scenari 2 e 3, oltre che su indicatori di tipo selvicolturale, si baserà su specifici indicatori, di natura economica, in funzione anche del possibile utilizzo finale del legname ottenuto dai vari interventi. Per ogni scenario, infatti, verrà valutata la convenienza economica, attraverso lo sviluppo di due sotto-scenari:

- tutto il materiale di risulta sia utilizzato per fini energetici (sotto-scenari classificati con la lettera "a");
- parte del materiale di risulta sia venduto per fini industriali, e parte per fini energetici (sotto-scenari classificati con la lettera "b")

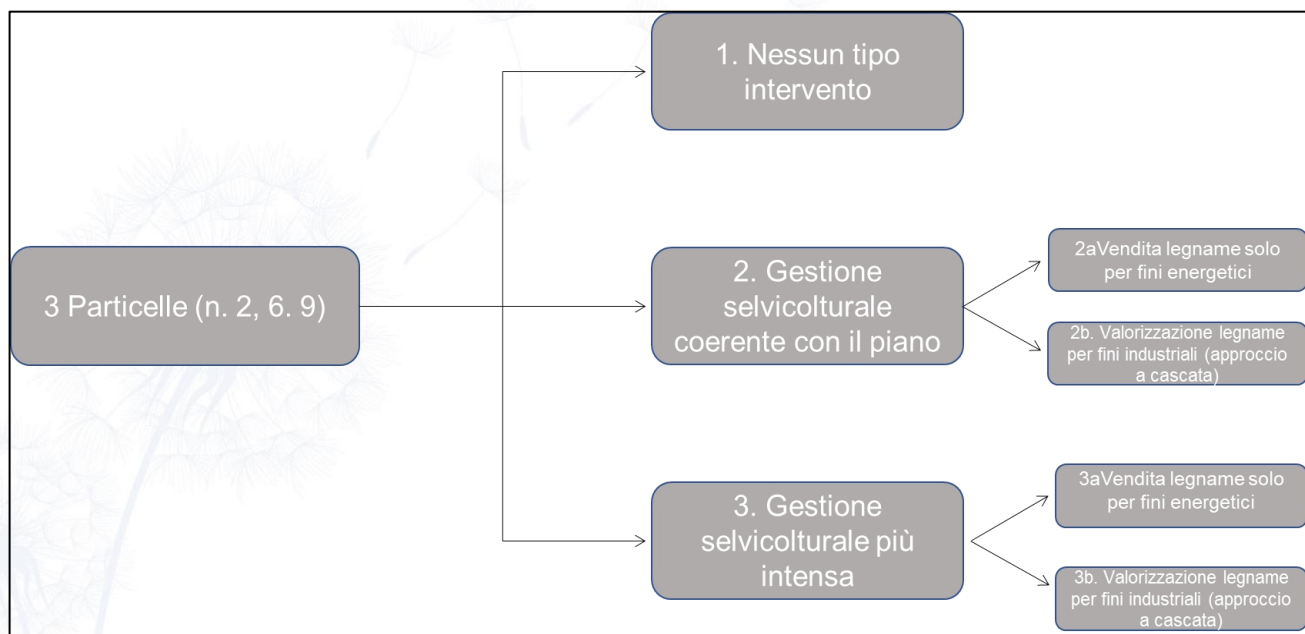


Figura 2. Sintesi degli scenari ipotizzati

Come sarà descritto anche nella parte dedicata ai risultati, nella particella 2 e nella particella 9, sono previsti **dei diradamenti**, che possono essere definiti come: *“interventi che mirano a ridurre la densità del popolamento forestale per facilitare l'accrescimento dei*

soggetti migliori e aumentare la stabilità generale del bosco”. Nella particella 6 e solo in parte nella particella 9, sono previsti dei **tagli di selezione (o diradamenti selettivi)** che sono *“interventi che, nella loro prima fase, sono dedicati all’individuazione dei soggetti arborei più promettenti per un futuro sviluppo, e nella seconda fase, all’eliminazione dei potenziali concorrenti di questi soggetti”*. Come si può vedere, la principale differenza tra i due tipi di intervento consiste nell’individuazione dei soggetti migliori. Infatti, nei tagli di selezione, a differenza dei diradamenti, la prima parte delle operazioni è dedicata esclusivamente ad un’attenta selezione dei soggetti migliori e all’identificazione dei loro possibili concorrenti. Per questa ragione, come si può facilmente intuire, il costo dei tagli di selezione è superiore rispetto ad un diradamento classico, ma permette una più accurata selezione dei soggetti migliori.

3.3 Le principali funzionalità del software *StandWise*,

La simulazione della gestione selvicolturale e l’ identificazione dei possibili impatti di questa sui soprassuoli forestali viene effettuata grazie all’utilizzo del *software StandWise*, che è uno dei quattro software inclusi nel pacchetto *Heureka!*. Infatti, tra i quattro *software* messi a disposizione da Heureka!, *StandWise* è l’unico in cui è possibile inserire manualmente:

- **i dati di *input***, necessari a descrivere le principali caratteristiche della particella forestale oggetto dello studio, come specie, diametro medio, area basimetrica, e volume. Questi dati possono essere inseriti attraverso la compilazione e la relativa importazione di uno specifico file *excel*;
- **le caratteristiche dei diversi trattamenti selvicolturali**, come le tempistiche, l’intensità, le specie interessate dalle diverse operazioni forestali;
- **i costi delle diverse operazioni forestali**;
- **i prezzi dei diversi assortimenti di legname**, ottenibili dagli interventi ed eventualmente venduti.

Oltre a ciò, *Standwise* permette di simulare gli interventi direttamente sulla mappa delle aree forestali, ipotizzando, ad esempio, eventuali strisce o buche interessate dal taglio (Figura 3). Anche gli stessi impatti dei diversi trattamenti forestali sono visualizzabili direttamente anche sulla mappa forestale, che

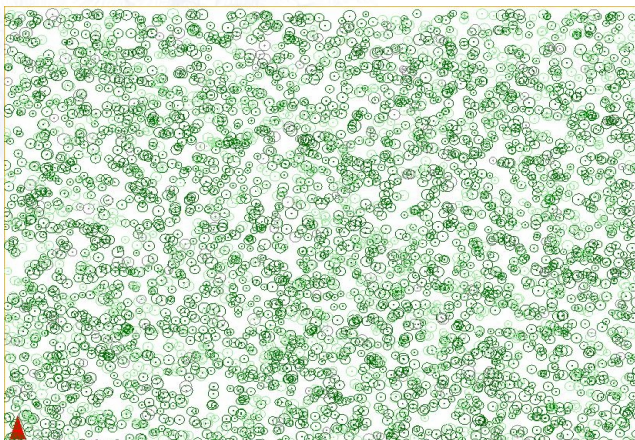


Figura 3. Visione grafica (2D e 3D) delle particelle dopo gli interventi

il *software* in automatico sviluppa.

3.4 Gli indicatori considerati nell'analisi

Il *software Standwise*, a livello di input, lascia la possibilità di inserire più di 30 diverse variabili, come, ad esempio, la quota, il diametro medio, l'altezza dominante, le specie presenti nella particella oggetto dell'analisi. Tuttavia, affinché il *software* possa simulare il trattamento selvicolturale e identificare, quindi, l'andamento di determinati indicatori, è necessario inserire una decina di variabili, tra cui la quota, l'area, le specie presenti ed il diametro medio del popolamento analizzato. Nel caso studio oggetto dell'analisi, verranno inseriti i dati forestali delle tre particelle analizzate, così come forniti dal piano di gestione.

A livello di output, *StandWise* fornisce una larghissima serie di possibili indicatori, classificati in 20 diverse categorie (Figura 5), che variano dalla presenza di legname morto nella particella, agli indicatori per misurare l'aumento o la diminuzione della biodiversità fino agli indicatori relativi alla valutazione economica del trattamento.



Figura 4. . Categorie delle variabili disponibili nel software *StandWise* (immagine proveniente direttamente dall'utilizzo del *SoftWare*)

Tra i diversi indicatori forniti da *StandWise*, al fine di valutare gli effetti dei diversi trattamenti selvicolturali (descritti nel paragrafo 3.2), sono stati identificati **quattro specifici indicatori**, che sono descritti in Tabella 4. I quattro indicatori sono stati scelti poiché un'analisi dell'andamento di questi permette avere una completa visione degli effetti dei diversi trattamenti. Una visione che non si ferma solo ad un'analisi delle principali caratteristiche di tipo forestale, come l'area basimetrica e l'incremento corrente, ma mira anche ad esaminare l'andamento di altre proprietà della foresta, attraverso l'analisi di altri indicatori, come il "*recreation index*" e il carbonio stoccato nella particella.

Indicatore considerato	Descrizione
Incremento corrente (m³/ha)	Indica l'aumento, per l'ultimo anno, del volume legnoso di un popolamento misurato in un determinato arco di tempo (anno) e riferito all'unità di superficie (ettaro).
Area basimetrica (m²/ha)	La somma delle superfici delle sezioni a petto d'uomo di tutti gli alberi di un popolamento, espressa (m ² /ha). E' un indicatore fortemente correlato al volume
Carbonio stoccato (C/ha)	Carbonio totale immagazzinato nella particella forestale considerata. Viene considerato il carbonio stoccato dalle piante (tronchi), dalle radici e dal suolo
Recreation index	<p>Il "<i>recreation index</i>", i cui valori possono variare tra 0 ed 1, ed è una funzione dei seguenti parametri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • diversità della struttura forestale, in termini di specie e di età. Ad esempio, un soprassuolo con forte monospecificità tende a far diminuire il "<i>recreation index</i>"; • la presenza di legno morto. Una quantità maggiore di legno morto contribuisce a far diminuire il "<i>recreation index</i>" • la presenza in bosco di tronchi abbattuti- • Presenza di residui delle operazioni forestali. Una maggiore presenza di residui contribuisce a diminuire il "<i>recreation index</i>".

Tabella 4. Descrizione degli indicatori scelti per l'analisi dei diversi scenari

A livello di indicatori economici si è deciso di valutare la convenienza economica delle diverse gestioni selvicolturali attraverso il calcolo del valore attuale netto (VAN) per ogni scenario ipotizzato all'anno dell'ultimo intervento previsto (30° anno). Il VAN, così come fornito da *StandWise*, è calcolato, di *default*, con un tasso di interesse pari al 3% (Figura 5). Tuttavia, il *software* permette di modificare il saggio di interesse. **Il VAN, considerato ed analizzato nelle diverse simulazioni presentate successivamente, è calcolato con un tasso di interesse pari al 3%.**

Period	Year	Treatment	Gross revenue	Cost	Net	Discounted Net
0	0,0	None	0	0	0	
1	5,0	None	0	0	0	
2	10,0	Thinning	51.652	78.914	-27.262	-20.2
3	15,0	None	0	0	0	
4	20,0	None	0	0	0	
5	25,0	None	0	0	0	
6	30,0	Thinning	55.682	67.427	-11.745	-4.8
7	35,0	None	0	0	0	
8	40,0	None	0	0	0	

Figura 5. Esempio calcolo del VAN, così come proposta da StandWise

3.4 I limiti dei *software* del pacchetto *Heureka!* in un contesto alpino

I *software* inclusi nel pacchetto *Heureka!* sono stati sviluppati nel 2012 dalla “*Swedish University of Agricultural Science*”. Sono stati quindi sviluppati da ricercatori e professionisti che operano principalmente in contesti del Nord Europa, dove le proprietà forestali sono molto estese e **presentano condizioni orografiche assai diverse rispetto ai soprassuoli tipici dei contesti alpini**. Infatti, a differenza delle foreste alpine, la maggior parte delle foreste dei paesi nordeuropei sono collocate per lo più in aree pianeggianti, e la maggior parte delle operazioni forestali (taglio ed esbosco) sono usualmente svolte tramite trattori articolati portanti (*forwarder*) o abbatti-allestatrici (*harvester*). Questi mezzi, in un contesto alpino, ed italiano in particolare, sono usati con assai minor frequenza, data la pendenza che caratterizzano molte foreste alpine. Tutti i *software* inclusi nel pacchetto *Heureka!*, di *default*, indicano i costi delle diverse operazioni forestali, basandosi sui costi orari di *forwarders* e *harvesters*. Tuttavia, il *software StandWise* permette di inserire manualmente i diversi costi dei diversi interventi forestali, e, nelle analisi sviluppate all’interno del presente studio, è stato così possibile inserire i costi delle diverse operazioni forestali, come riportati nel paragrafo n. 3.5.

Un altro limite riscontrato nell’utilizzo del *software StandWise* deriva dal fatto che certi parametri forestali sono, in automatico, “*calibrati*” per un contesto tipicamente nordico. Questo significa che, ad esempio, data l’area basimetrica di un determinato popolamento il volume ad ettaro del popolamento forestale viene automaticamente calcolato dal *software* partendo dal dato dell’altezza media di quei popolamenti forestale in un contesto nordico. Questo possibile limite dell’utilizzo di *Heureka!* è stato ovviato inserendo i dati geografici e climatici riferiti al caso studio italiano considerato. Nonostante ciò, è stato comunque osservato che, in alcuni casi, certi parametri, come l’incremento medio, appaiono distanti dalla realtà alpina.



3.5 Le tipologie di interventi previsti ed i prezzi considerati nelle simulazioni

I diversi scenari, con cui saranno basate le simulazioni, prevedono due principali tipologie di intervento: (i) diradamenti e (ii) tagli di selezione. Entrambi questi interventi, già previsti nel piano di gestione, possono avere una diversa intensità, in termini di soggetti arborei interessati. La Tabella 5 presenta il costo di riferimento utilizzati nei diversi scenari.

Intervento	Descrizione	Costo	Fonte informativa utilizzata
Diradamento (10% dei soggetti interessati)	Selezione massale del numero di individui in fustaia, attraverso il taglio degli individui malati, malformati, soprannumerari e di specie indesiderate, e successivo allestimento e accatastamento in bosco (per eventuale successivo esbosco)	1678 Euro	Prezzario Regione Piemonte 2019 Adottato con Deliberazione della Giunta Regionale n.20 – 8547 del 15 marzo 2019
Diradamento (30% dei soggetti interessati)	Diradamenti liberi, massali al fine di aumentare la stabilità del popolamento, prevenire le avversità climatiche e biotiche, compresa sramatura, depezzatura della ramaglia, per il successivo esbosco	2549 Euro	Prezzario Regione Piemonte 2019 Adottato con Deliberazione della Giunta Regionale n.20 – 8547 del 15 marzo 2019
Taglio di selezione (5-10% dei soggetti interessati)	Sfollo con designazione dei candidati, densità iniziale 650-800 piante/ha e prelievo medio del 15% dei soggetti (condizioni facili per il taglio ed esbosco). ¹⁰	2375 Euro	Prezzario Regione Lombardia - Aggiornamento 2019 Approvato con il decreto n. 14785 del 15.10.2019
Taglio di selezione (30% dei soggetti interessati)	Sfollo con designazione dei candidati, densità iniziale 650-800 piante/ha e prelievo medio del 30% dei soggetti (condizioni facili per il taglio ed esbosco). ¹¹	4313 Euro	Prezzario Regione Lombardia - Aggiornamento 2019 Approvato con il decreto n. 14785 del 15.10.2019

Tabella 5. Tipologia di intervento ipotizzato con il relativo costo e la fonte informativa di questo valore.

¹⁰ In questo caso si è scelto di scegliere un valore di costo riferito a condizioni facili di taglio ed esbosco. Anche se le condizioni dell'area interessata dal piano non sono facili, si è scelto di utilizzare questo valore perché è riferito ad una percentuale maggiore di soggetti interessati dall'intervento rispetto alla percentuale prevista negli scenari ipotizzati

¹¹ Come sopra

A livello di prezzi di vendita dei vari assortimenti legnosi, è stato ipotizzato che il prezzo per il materiale legnoso destinato ad un utilizzo energetico sia pari a **40 Euro/m³**. Come riportato dalla rivista AgriforEnergy (*Mercati e prezzi*)¹², infatti, il prezzo medio del cippato (classe A2), tra Aprile 2019 e Aprile 2020 è stato pari a 80 Euro/ton, che corrisponde ad un prezzo pari a 40 Euro/m³¹³. Nei diversi scenari, nel caso in cui il materiale è utilizzato per fini energetici, si suppone che il materiale legnoso, comprese le ramaglie ed i residui di lavorazione, sia trasformato in cippato utilizzabile per centrali di riscaldamento. Per quanto riguarda invece il materiale venduto per fini industriali, si è ipotizzato che:

- il legname misto (particella 2 e 9) venga venduto su strada ad un prezzo pari a 70 Euro/m³¹⁴ ;
- il legname di larice (particella 6) viene venduto su strada ad un prezzo pari a 120 Euro/ m³¹⁵ .

¹² Il link per il download gratuito della rivista AgriforEnergy è disponibile al seguente link: <https://www.aielenergia.it/pubblicazioni-agriforenergy>

¹³ Per la conversione da m³ a ton si è considerata l'equivalenza 1m³ di legno = 0,5 ton

¹⁴ Prezzo riportato nell'ultimo "Andamento prezzi del legname" del portale "LegnoTrentino.it"

¹⁵ Prezzo del larice riportato nell'ultimo "Andamento prezzi del legname" del portale "LegnoTrentino.it"

4. Risultati

Di seguito si presentano i risultati dell'applicazione del software *StandWise* nelle tre particelle considerate, basati sui tre scenari già descritti nel paragrafo 3.2. Nel dettaglio, nella presentazione dei risultati, per ogni particella verranno sintetizzate: (i) le principali caratteristiche così come presentate nel piano di assestamento, (ii) la tempistica e i tipi di intervento previsti dai diversi scenari ipotizzati, (iii) il *trend* degli indicatori selvicolturali (descritti nel paragrafo 3.4) **proiettati in un periodo di 60 anni di, basati sui tre diversi scenari gestionali ipotizzati**, (iv) il *trend* di indicatori economici proiettati in un periodo di 30 anni (anno dell'ultimo intervento selvicolturale previsto in tutti i tre scenari), basati sui tre diversi scenari gestionali ipotizzati. La stragrande dei risultati presentati si riferiscono ad ettaro della particella

4.1 Gli scenari di gestione forestale nella particella 2

Le caratteristiche della particella

Come già descritto nel paragrafo, la particella 2, che si sviluppa sull'intero versante est del Monte Brunello è per lo più coperta da un' estesa faggeta. I soggetti arborei presenti nella particella, nella parte superiore, hanno una qualità piuttosto bassa, poichè la presenza di ampie zone con suolo superficiale limita fortemente il corretto sviluppo degli alberi. Le quote inferiori della particella, invece, presentano una leggera diminuzione della pendenza, e sono caratterizzate da un aumento della feracità stazionale, consentendo così la crescita di individui di maggior interesse dal punto di vista qualitativo. Per questo motivo è possibile ipotizzare che la parte più produttiva della particella si possa concentrare nella parte inferiore di questa, e abbia un'estensione di circa 12 ettari (Tabella 6).

PARTICELLA 2			
Superficie forestale : 51,28 ha			
Area produttiva : 12,1 ha			
Quota : 950 – 1440 metri			
Specie	Faggio	Altre latifoglie	Totale
Area basimetrica (m ² /ha)			
Diametro medio (cm)			21
Altezza dominante (m)	16	12	
Altezza media (m)	12	11	
Volume (m ³ /ha)	195,94	15,7	214,45
Età (anni)			76
Incremento corrente (m ³ /ha/anno)			3,45

Tabella 6. Principali caratteristiche della particella 2, così come riportate nel piano di gestione

Gli interventi forestali nella particella 2

Il piano di gestione prevede dei diradamenti piuttosto leggeri, in termini di intensità, al 10° anno. Questi diradamenti hanno come principale obiettivo quello di migliorare, in generale, la faggeta, favorendo le piante migliori per ottenere così degli individui di maggior interesse produttivo. Le caratteristiche degli scenari previsti e simulate grazie all'utilizzo di *StandWise*



sono sintetizzate nella tabella 8 e ogni scenario è basato su durata pari a 60 anni. Lo scenario 1, come già detto, non prevede alcun intervento forestale in tutti i 60 anni, lo scenario 2 simula la gestione ipotizzata dal piano, in cui lo stesso intervento (diradamento) viene ripetuto al 30° anno, mentre lo scenario 3 ipotizza gli stessi interventi dello scenario 2, ma con un'intensità maggiore (30%), in termini di soggetti interessati (Tabella 7).

Per una completa ed organica valutazione economica dei diversi trattamenti, **gli scenari 2 e 3 prevedono anche la costituzione di due sotto-scenari, basati su due diversi utilizzi degli assortimenti legnosi ottenuti.** Nel dettaglio, i sotto-scenari classificati con la lettera "b" prevedono un utilizzo a cascata del materiale di risulta, mentre i sotto-scenari classificati con la lettera "a" prevedono un esclusivo utilizzo energetico del materiale. L'utilizzo a cascata del materiale implica che gli assortimenti migliori devono essere utilizzati principalmente per fini industriali, come per l'edilizia o per l'arredamento interno, mentre, gli assortimenti di minor qualità deve essere utilizzati per fini energetici.

Scenario	Descrizione	Tipo di intervento	Intensità intervento	Principale utilizzo materiale di risulta
Scenario 1	Nessun tipo di trattamento selvicolturale.	Nessun intervento		
Scenario 2	Trattamenti selvicolturali coerenti con il piano di assestamento	Diradamento al 10° e al 30° anno	10% dei soggetti	2a. Solo legna da ardere
				2b. Legna da ardere e per fini industriali (utilizzo a cascata)
Scenario 3	Gestione selvicolturale più intensa	Diradamento al 10° e al 30° anno	30 % dei soggetti	3a. Solo legna da ardere
				3b. Legna da ardere e per fini industriali (utilizzo a cascata)

Tabella 7. Le caratteristiche dei tre scenari previsti per la particella 2

Il trend degli indicatori selvicolturali considerati

Dopo 60 anni, come si può vedere dalla Figura 6, la particella 2, se gestita secondo lo scenario 1, in cui non si prevede nessun tipo di intervento selvicolturale, presenterà un'area basimetrica (m^3/ha) e uno stock di carbonio (C/ha) maggiore rispetto ai trattamenti, previsti dagli altri scenari. Tuttavia, la particella, se gestita secondo lo scenario 3, che prevede gli interventi forestali relativamente più intensi, dal secondo diradamento in poi, presenta, **un incremento corrente quasi doppio rispetto ad una gestione coerente con lo scenario 1.** Questo significa che un diradamento condotto in un popolamento forestale, dove non vengono effettuati interventi forestali da molti anni, favorirà la crescita delle piante che hanno la maggior potenzialità di accrescimento. Per quanto riguarda il "recreation index", in questa determinata particella, tutti i tre scenari prevedono, nei 60 anni, valori molto simili, che tendono a diminuire negli anni. **La faggeta, infatti, nonostante i diradamenti, probabilmente non permetterà l'entrata di altre specie, e quindi la composizione risulterà, nel suo complesso, piuttosto monotona.**

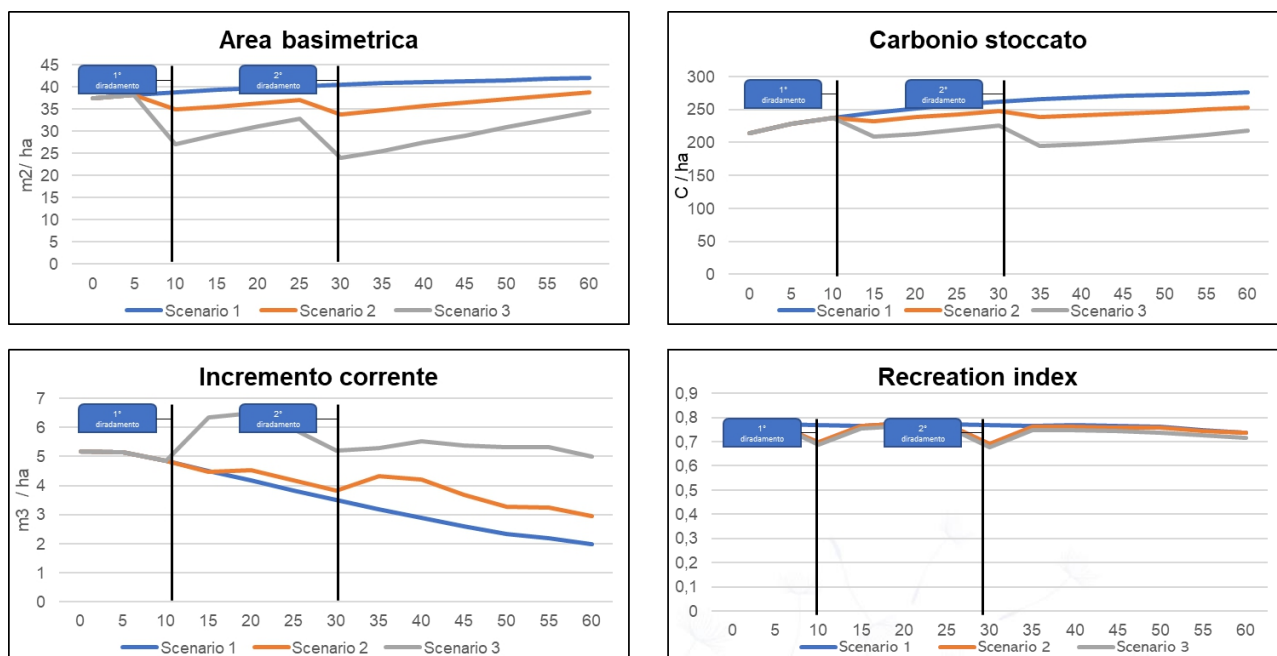


Figura 6. Proiezioni nei 60 anni dei 4 indicatori selvicolturali scelti per la particella 2. Proiezioni condotte grazie all'utilizzo di StandWise

Dopo 60 anni, il carbonio totale stoccato nella particella 2, gestita secondo lo scenario 1, e quindi senza nessun intervento forestale, risulterà maggiore rispetto al carbonio stoccato nella stessa particella e gestita secondo gli scenari 2 e 3. Tuttavia, la gestione selvicolturale prevista nello scenario 3, specialmente dopo il secondo diradamento (30° anno), **contribuirà ad aumentare la capacità di assorbimento di carbonio (C/ha) del popolamento forestale** (Tabella 8). Nel dettaglio, la gestione forestale prevista dallo scenario 3 permetterà al 60° anno, di avere alla particella una capacità doppia di assorbimento di carbonio rispetto allo scenario 1. Ciò significa che, a livello di carbonio emesso nell'atmosfera, un eventuale utilizzo energetico del materiale ottenuto dai diradamenti sarà, almeno in parte, compensato dalla crescita della velocità di stoccaggio del carbonio, che è proprio favorita dai diradamenti.

Particella 2	Carbonio stoccato all'anno all'ettaro		
	0-10 anno	11-30 anno	31- 60 anno
Scenario 1	2,4	0,80	0,32
Scenario 2	2,4	0,74	0,49
Scenario 3	2,4	0,85	0,74

Tabella 8. Capacità di assorbimento del carbonio (C/ha) della particella 2 a secondo dei vari scenari ipotizzati

La valutazione economica dei diversi scenari nella particella 2

Come già detto, gli interventi forestali, previsti dal piano di gestione per la particella 2 (ed ipotizzati nello scenario 2), sono piuttosto leggeri, e, secondo le elaborazioni di *StandWise*, sono in grado di produrre circa **36 m³ di legname ad ettaro** per ogni diradamento e **871,2 m³**, nel caso vengano considerati i due diradamenti e l'intera area produttiva della particella. Nei 30 anni, questa quantità è pari **29 m³ all'anno**, che può arrivare a produrre fino a **30450 kWh** annui di energia primaria ogni anno¹⁶. Tuttavia, una bassa intensità dei diradamenti ed un utilizzo esclusivo del materiale legnosi per fini energetici non consentono di raggiungere un VAN ad ettaro al 30° anno positivo (Tabella 9). Solo nel caso in cui il materiale di risulta dei diradamenti sia venduto anche per fini industriali (almeno il 50%), una gestione della particella coerente al piano di gestione (Scenario 2) può rendere il VAN positivo.

	Scenario 2a		Scenario 2b	
	1° diradamento	2° diradamento	1° diradamento	2° diradamento
Anno dell'intervento	10	30	10	30
Costo dell'intervento (Euro)	1786,55	1599,95	1786,55	1599,95
Volume (m ³ /ha) totale materiale ottenuto dall'intervento	36,08	36,08	36,08	36,08
<i>Venduto (m³) per fini energetici</i>	36,08	36,08	18,04	18,04
<i>Venduto (m³) per fini industriali</i>			18,04	18,04
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini energetici	40	40	40	40
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini industriali			70	70
Ricavi totali (Euro)	1443,2	1443,2	1984,4	1984,4
Ricavi - costi (Euro)	-343,35	-156,75	197,85	384,45
Ricavi - costi (attualizzati) (con saggio di interesse pari al 3%)	-255,48	-64,58	147,22	158,39
VAN (Euro/ha) riferito all'anno dell'ultimo intervento	-320,06		305,61	

Tabella 9. Analisi economica dello scenario 2 nella particella 2. Analisi condotta con il supporto di StandWise

Nella particella 2, nel caso i diradamenti siano caratterizzati da un'intensità maggiore, proprio come previsto dallo scenario 3, la quantità di materiale di risulta dei diradamenti, per l'intera area produttiva, si aggira su circa **92,9 m³/anno**, che, a livello di potere calorifico, è in grado di produrre **97540 kWh**. Come sintetizzato dalla Tabella 10 anche se tutto il materiale fosse destinato per un utilizzo energetico (e venduto quindi sottoforma di cippato ad un prezzo pari a 40 euro/m³) il VAN al 30° anno presenta valori positivi.

¹⁶ Per il potere calorifico si presuppone che 1m³ = 0,5 ton, e che la legna ottenuta dagli interventi abbia un'umidità pari al 50% e che 1 tonnellata di legna abbia un potere calorifico pari a 2100 kWh/ton

	Scenario 3a		Scenario 3b	
	1° diradamento	2° diradamento	1° diradamento	2° diradamento
Anno dell'intervento	10	30	10	30
Costo dell'intervento (Euro)	2701,94	2336,05	2701,94	2336,05
Volume (m ³ /ha) totale materiale ottenuto dall'intervento	113,51	116,81	113,51	116,81
<i>Venduto per fini energetici</i>	113,51	116,81	56,755	58,405
<i>Venduto per fini industriali</i>			56,755	58,405
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini energetici	40	40	40	40
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini industriali			70	70
Ricavi totali (Euro)	4540,4	4672,4	6243,05	6424,55
Ricavi - costi (euro)	1838,46	2336,35	3541,11	4088,5
Ricavi - costi (attualizzati) (con saggio di interesse pari al 3%)	1367,99	962,55	2634,918	1684,408
VAN (Euro/ha) riferito all'anno dell'ultimo intervento	2330,53		4319,3	

Tabella 10. Analisi economica dello scenario 3 nella particella 2. Analisi condotta con il supporto di StandWise.

4.2 Gli scenari di gestione forestale nella particella 6

Le caratteristiche della particella 6

La particella 6, costituita quasi esclusivamente da un lariceto, occupa la parte sommitale di alcuni valloni del bacino idrografico del Rio Brunello. I lariceti di questa particella hanno portamenti di buona qualità, specialmente nelle quote inferiori. Nella parte superiore, invece, la presenza di fenomeni valanghivi e la presenza di rocce superficiali contribuiscono a limitare lo sviluppo di soggetti arborei di qualità e, nello stesso tempo, ostacolano l'eventuale rinnovazione del popolamento. Proprio come nella particella 2, la parte bassa della particella, con una superficie di circa 34,23 ha, può essere destinata ad una funzione produttiva (Tabella 11) che deve comunque rimanere a bassa intensità dato il rischio di eventuali fenomeni di dissesto.

Area forestale totale : 71,35 ha			
Area produttiva: 34,23 ha			
Quota : 1210 – 1830 m			
Specie	Larice	Altre latifoglie	Totale
Area basimetrica (m ² /ha)	23,33	1,56	24,89
Diametro medio (cm)	25		
Altezza dominante (m)	16	14	
Altezza media (m)			
Volume (m ³ /ha)	176,29	8,67	184,95
Età (anni)			70
Incremento corrente (m ³ /ha/anno)			2,15

Tabella 11. Principali caratteristiche della particella 6, così come riportate dal piano

Gli interventi forestali nella particella 6

Nella parte più bassa della particella 6, il piano di gestione prevede dei tagli selettivi, estremamente leggeri, che interessano non più del 5% dei larici presenti. Questi interventi hanno i seguenti obiettivi: (i) favorire lo sviluppo degli individui arborei migliori, (ii) assicurare la stabilità generale del popolamento ed (iii) il prelievo degli individui che già presentano buone caratteristiche e che quindi possono avere un discreto valore di mercato.

Le caratteristiche degli scenari di trattamento previsti per la particella 6 e simulati grazie all'utilizzo di *StandWise* sono sintetizzati nella Tabella 12. Ognuno di questi scenari è basato su una durata di 60 anni. Come per la particella 2, la gestione, basata sullo scenario 1 non prevede alcun intervento. Invece, la gestione, basata sullo scenario 2 simula la gestione ipotizzata dal piano di gestione, in cui il taglio selettivo ipotizzato dal piano di gestione al 10° anno viene ripetuto al 30° anno, mentre lo scenario 3 ipotizza gli stessi interventi dello scenario 2, ma con un'intensità maggiore, in termini di individui arborei soggetti al taglio.

Come per la particella 2, anche in questo caso, per gli scenari 2 e 3 sono state effettuate delle analisi, basate su due sotto-scenari, in cui si prevede un diverso utilizzo (con prezzi differenti di vendita) degli assortimenti legnosi ottenuti. I sotto-scenari classificati con la lettera "a" prevedono che tutto il materiale ottenuto dagli interventi sia destinato ad utilizzo energetico, mentre quelli classificati con la lettera "b" prevedono che tutto il legname ottenuto sia venduto per fini industriali. Infatti, rispetto ad altre specie presenti nella particella, il larice ha un buon valore di mercato, e può raggiungere i 120 Euro/m³ se venduto su strada e proprio per questo si è deciso ipotizzare che nel sotto-scenario b tutto il legname abbia un utilizzo industriale.

Scenario	Descrizione	Tipo di intervento	Intensità intervento	Principale utilizzo materiale di risulta
Scenario 1	Nessun tipo di trattamento selvicolturale.	Nessun intervento		
Scenario 2	Trattamenti selvicolturali coerenti con il piano di assestamento	Taglio di selezione al 10° e al 30° anno	5% dei soggetti	2a. Solo legna da ardere
				2b. Legna da ardere e per fini industriali (utilizzo a cascata)
Scenario 3	Gestione selvicolturale più intensa	Taglio di selezione al 10° e al 30° anno	20 % dei soggetti	3a. Solo legna da ardere
				3b. Legna da ardere e per fini industriali (utilizzo a cascata)

Tabella 12. Le caratteristiche dei tre scenari previsti per la particella 6.

Il trend degli indicatori selvicolturali considerati

Nella particella 6, un'eventuale gestione selvicolturale più intensa (fino ad un 20% di individui arborei interessati dai tagli) sembra favorire, solo fino ad un certo punto, la velocità di accrescimento dei soggetti arborei presenti (Figura 7). Infatti, il lariceto presente nella

particella appare piuttosto rado (pochi alberi ad ettaro), con un'area basimetrica, all'anno 0, piuttosto bassa (inferiore a 25 m²/ha). In queste condizioni, lo sviluppo dei soggetti arborei migliori non viene influenzato dalla presenza di altri soggetti, data la distanza fisica che esiste tra essi. Per questo motivo, eventuali tagli selettivi finalizzati alla rimozione di eventuali concorrenti dei soggetti arborei migliori, non costituiscono elementi in grado di favorire in maniera significativa la crescita generale del popolamento forestale. Ed un lariceto così diradato, influenza probabilmente anche il "recreation index", che appare inferiore rispetto alla particella 2, e nemmeno eventuali tagli selettivi sono in grado di influenzare, in maniera positiva, questo indicatore.

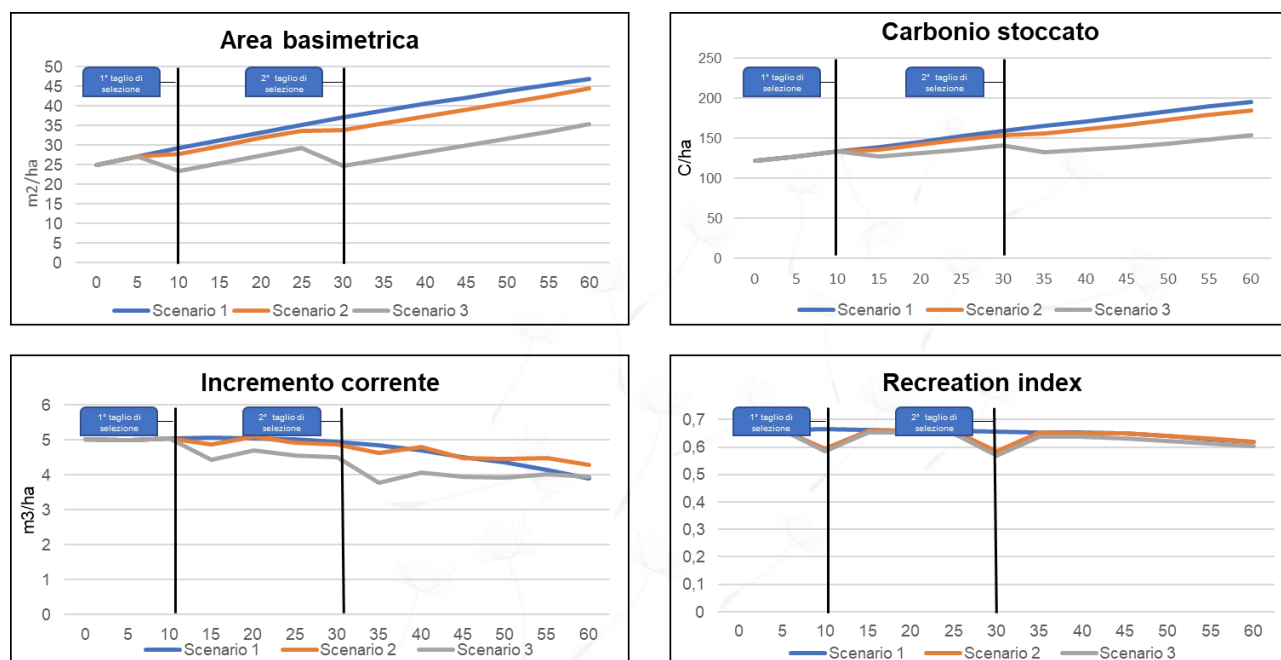


Figura 7. Proiezioni nei 60 anni dei 4 indicatori selvicolturali scelti per la particella 6. Proiezioni condotte grazie all'utilizzo di StandWise

Così come descritto dalla Tabella 13, nella particella 6, **i tagli di selezione non sono in grado di aumentare la velocità di assorbimento del carbonio**. Il popolamento della particella, infatti, è per sua natura, piuttosto rado e per questo motivo quindi l'accrescimento della particella non viene ostacolata dalla possibile competizione tra i soggetti presenti.

Particella 6	Carbonio stoccato all'anno all'ettaro		
	0-10 anno	11-30 anno	31- 60 anno
Scenario 1	1,15	0,96	1,01
Scenario 2	1,15	0,90	0,96
Scenario 3	1,15	0,69	0,68

Tabella 13. Capacità di assorbimento del carbonio (C/ha) della particella 6 a secondo dei vari scenari ipotizzati

La valutazione economica dei diversi scenari nella particella 6

Proprio come per la particella 2, gli interventi forestali così come previsti dal piano di gestione (ed ipotizzati nello scenario 2) per la particella 6 sono piuttosto leggeri. Nel dettaglio, secondo le elaborazioni condotte da StandWise, dai tagli di selezione nella particella 6 si

possono ottenere circa **11 m³ di legname (larice) ad ettaro dal primo taglio di selezione e 15 m³ dal secondo taglio di selezione**. Se si considera l'intera area produttiva inclusa nella particella 6, e 30 anni come arco temporale di riferimento, si può stimare che i tagli di selezione siano in grado di produrre **31,22 m³/anno che equivale, a livello di potere calorifico, è in grado di produrre 32780 kWh**.

Tuttavia, una bassa intensità dei tagli selettivi ed un utilizzo esclusivo per fini energetici del materiale di risulta non consente di raggiungere un VAN ad ettaro al 30° anno positivo. Anche nel caso in cui il materiale di risulta dei tagli selettivi sia venduto quasi esclusivamente per fini industriali (120 Euro/m³) una gestione della particella coerente al piano di gestione (Scenario 2) non permette, al 30° anno di aver un VAN positivo (Tabella 14).

	Scenario 2a		Scenario 2b	
	1° taglio di selezione	2° taglio di selezione	1° taglio di selezione	2° taglio di selezione
Anno dell'intervento	10	30	10	30
Costo (Euro)	2850	3135	2850	3135
Volume (m ³ /ha) totale materiale ottenuto dall'intervento	11,34	15,97	11,34	15,97
<i>Venduto (m³) per fini energetici</i>	11,34	15,97	0,98	0,98
<i>Venduto (m³) per fini industriali</i>			10,35	10,35
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini energetici	40	40	40	40
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini industriali			100	100
Ricavi totali (Euro)	453,66	639,04	1075,14	1531,44
Ricavi - costi (Euro)	-2396,34	-2495,95	-1774,86	-1603,51
Ricavi - costi (attualizzati) (con saggio di interesse pari al 3%)	-1783,1	-1028,3	-1320,66	-660,626
VAN (Euro/ha) (riferito all'anno dell'ultimo intervento)	-2811,4		-1981,2	

Tabella 14. Analisi economica dello scenario 2 nella particella 6. Analisi condotta con il supporto di StandWise

Nella particella 6, nemmeno un'eventuale gestione con dei tagli di selezione più intensi (Scenario 3), che andrebbero ad interessare il 20% dei soggetti arborei presenti, renderebbe il VAN al 30° anno positivo (Tabella 15). Infatti, sia nel caso che il tutto materiale ottenuto dai tagli di selezione (**101,52 m³ ad ettaro , pari a 115,83 m³/anno** se considerata tutta l'area produttiva) sia destinato ad un utilizzo energetico, sia nel caso in cui lo stesso materiale venga venduto per fini industriali, al 30° anno i valori del VAN rimangono negativi. La principale ragione della mancata convenienza della gestione forestale della particella 3 è da ricercarsi nel tipo di intervento previsto: il taglio di selezione, che prevede un'accurata selezione dei migliori soggetti arborei, è caratterizzato da un alto costo. Questo tipo di intervento può essere previsto solamente in particelle, in grado di produrre assortimenti ad alto valore aggiunto, come il larice, ma caratterizzati da un'alta intensità dei soggetti arborei presenti.

	Scenario 3a		Scenario 3b	
	1° taglio di selezione	2° taglio di selezione	1° taglio di selezione	2° taglio di selezione
Anno dell'intervento	10	30	10	30
Costo (Euro)	5175	5693	5175	5693
Volume (m ³ /ha) totale materiale ottenuto dall'intervento	45,99	55,53	45,99	55,53
<i>Venduto (m³) per fini energetici</i>	45,99	55,53	2,77	2,33
<i>Venduto (m³) per fini industriali</i>			43,21	53,20
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini energetici	40	40	40	40
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini industriali			100	100
Ricavi totali (Euro)	1839,812	2221,244	4432,892	5413,304
Ricavi - costi (Euro)	-3335,79	-3471,92	-742,708	-279,856
Ricavi - costi (attualizzati) (Euro) <i>(con saggio di interesse pari al 3%)</i>	-2482,14	-1430,38	-552,645	-115,297
VAN (Euro/ha) (riferito all'anno dell'ultimo intervento)	-3912,52		-667,94	

Tabella 15. Analisi economica dello scenario 3 nella particella 6. Analisi condotta con il supporto di StandWise

4.3 Gli scenari di gestione forestale nella particella 9

Le caratteristiche della particella 9

La particella 9, posta sui due versanti del vallone del rio Tronera, presenta pendenze rilevanti nelle porzioni più elevate di quota, più ridotte nella parte più bassa, in prossimità del rio Tronera. I principali tipi forestali della particella sono il lariceto sul versante idrografico destro ed un rimboschimento a pino nero sul versante opposto, in cui sono inserite altre latifoglie, come la betulla. È evidente quindi come la particella 9, rispetto alle altre due particelle considerate, presenti una maggiore varietà di specie. In linea generale, la particella è posta in condizioni orografiche buone, soprattutto per quanto riguarda le aree rimboschite, anche se la rinnovazione appare stentata, spesso ostacolata dall'abbondante copertura erbacea. La buona qualità complessiva del rimboschimento e l'elevata provvigione presente fanno sì che buona parte della particella (18,54 ha) possa avere una destinazione protettivo-produttiva (Tabella 16).

Superficie totale = 24,19 ha					
Superficie produttiva = 18,54 ha					
Quota = 1070 – 1280 m					
Specie	Larice	Pino nero	Betulla	Altre latifoglie	Totale
Area basimetrica (m ² /ha)	15,71	7,71	7,14	4	34,57
Diametro medio (cm)	29				
Altezza dominante (m)	18	15	12	16	
Altezza media (m)	16	14	11	15	
Volume (m ³ /ha)	130,2	80	42	30,57	226,28
Età (anni)					51
Incremento corrente (m ³ /ha/anno)					7,66

Tabella 16. Principali caratteristiche della particella 9.



Gli interventi forestali nella particella 9

Nella particella 9 il piano di gestione, al decimo anno prevede sia un diradamento sia un taglio di selezione. Entrambi gli interventi previsti appaiono piuttosto leggeri, in termini di intensità. I tagli di selezione mirano a prelevare gli individui dalle caratteristiche migliori, favorendo, nello stesso tempo, il miglioramento della struttura del popolamento. Invece, i diradamenti possono contribuire ad assecondare il naturale sviluppo dei boschi, diminuendo la densità dei rimboschimenti, favorendo gli individui con il miglior portamento.

Le caratteristiche degli scenari di trattamento previsti per la particella 9 e simulati grazie all'utilizzo di *StandWise* sono sintetizzati nella Tabella 17. Ognuno di questi scenari è basato su una durata di 60 anni. Come per le particelle 2 e 6, la gestione della particella 9, basata sullo scenario 1 non prevede alcun intervento. Invece, la gestione della stessa particella, basata sullo scenario 2, vuole simulare la gestione ipotizzata dal piano di gestione, in cui al 10° anno viene effettuato un leggero diradamento e al 30° anno un taglio di selezione. Lo scenario 3 ipotizza gli stessi interventi dello scenario 2, ma con un'intensità maggiore, in termini di individui arborei soggetti al taglio.

Come per le particelle 2 e 6, anche in questo caso, gli scenari 2 e 3 prevedono delle analisi, basate su due sotto-scenari, dove viene ipotizzato un diverso utilizzo (con prezzi differenti di vendita) degli assortimenti legnosi ottenuti.

Scenario	Descrizione	Tipo di intervento	Intensità intervento	Principale utilizzo materiale di risulta
Scenario 1	Nessun tipo di trattamento selvicolturale.	Nessun intervento		
Scenario 2	Trattamenti selvicolturali coerenti con il piano di assestamento	Diradamento al 10° e taglio di selezione 30° anno	- Diradamento: 10% dei soggetti, - Taglio di selezione: 10% dei soggetti,	2a. Solo legna da ardere
				2b. Legna da ardere e per fini industriali (utilizzo a cascata)
Scenario 3	Gestione selvicolturale più intensa	Diradamento al 10° e taglio di selezione 30° anno	- Diradamento: 30% dei soggetti, - Taglio di selezione: 20% dei soggetti,	3a. Solo legna da ardere
				3b. Legna da ardere e per fini industriali (utilizzo a cascata)

Tabella 17. Gli scenari di gestione previsti per la particella 9.

Il trend degli indicatori selvicolturali considerati

Come sintetizzato dalla Figura 8, **eventuali interventi selvicolturali nella particella 9 sembrano favorire, da una parte, la velocità di crescita degli individui arborei presenti e, dall'altra, a diversificare la composizione delle specie presenti.** Difatti, sia l'incremento corrente che l'indicatore "*Recreation index*" tendono ad aumentare nelle gestioni selvicolturali, che prevedono interventi forestali. Probabilmente, la simulazione, così come effettuata da *Standwise* prevede che gli eventuali interventi vadano a creare spazi all'interno del popolamento, che tendono a favorire l'affermarsi delle latifoglie. È interessante notare come

al 50° anno, nella gestione che non prevede nessun intervento, l'incremento corrente registri un repentino aumento, dopo una costante e progressiva diminuzione. Questo fatto è dovuto dal fatto che, in assenza di interventi, dal 50° anno in poi, le conifere, specialmente il pino nero, prendano il completo sopravvento sulle altre latifoglie, che tenderanno sempre più a deperire.

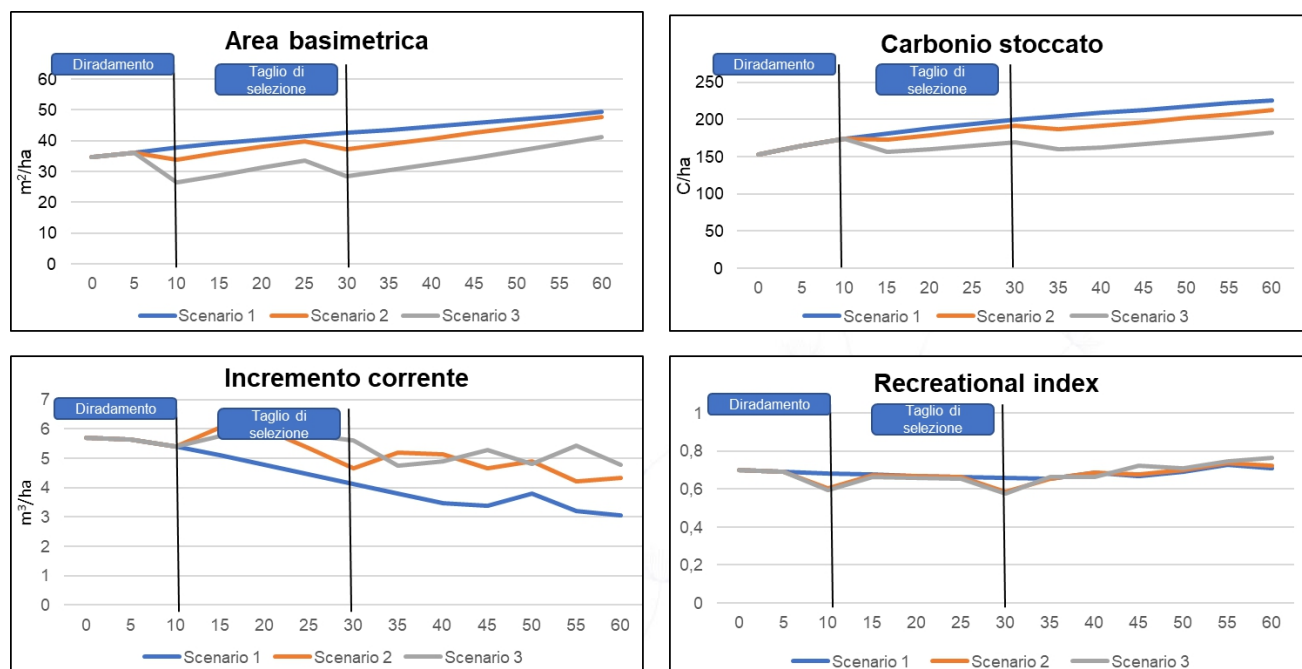


Figura 8. Proiezioni nei 60 anni dei 4 indicatori selvicolturali scelti per la particella 9. Proiezioni condotte grazie all'utilizzo di StandWise

Tra i diversi scenari considerati, la gestione che prevede gli interventi previsti dal piano (scenario B) risulta quella in grado di aumentare in maniera più consistente la velocità di assorbimento del carbonio della particella (Tabella 18). Probabilmente, in questo caso, infatti, dei leggeri trattamenti a carico di tutti i diversi popolamenti presenti è quella in grado di garantire un giusto equilibrio a livello di composizione e garantire così un rapido accrescimento dell'intera particella.

Particella 9	Carbonio stoccato all'anno all'ettaro		
	0-10 anno	11-30 anno	31- 60 anno
Scenario 1	2,03	1,84	0,71
Scenario 2	2,03	1,84	0,85
Scenario 3	2,03	1,35	0,77

Tabella 18. . Capacità di assorbimento del carbonio (C/ha) della particella 9 a secondo dei vari scenari ipotizzati

La valutazione economica dei diversi scenari nella particella 9

Se la gestione è coerente con il piano, nel complesso i due interventi possono produrre fino a **67,6 m³ di legname all'ettaro**, che corrisponde a **41,7 m³ all'anno se si considera l'intera area produttiva inclusa nella particella** (per un potere calorifico pari a **43785 kWh**. Sia nel caso in cui il materiale venga tutto venduto per fini energetici, sia se parte del

materiale (50%) venga venduto per fini industriali e parte per fini energetici il VAN al 30° anno rimane negativo (Tabella 19).

	Scenario 2a		Scenario 2b	
	Diradamento	Taglio di selezione	Diradamento	Taglio di selezione
Anno dell'intervento	10	30	10	30
Costo (Euro)	1786,55	3135	1786,55	3135
Volume (m ³ /ha) totale materiale ottenuto dall'intervento	29,57	38,17	29,57	38,17
<i>Venduto per fini energetici</i>	29,57	38,17	14,785	19,085
<i>Venduto per fini industriali</i>			14,785	19,085
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini energetici	40	40	40	40
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini industriali			70	70
Ricavi totali (Euro)	1182,8	1526,8	1626,35	2099,35
Ricavi - costi (euro)	-603,75	-1608,2	-160,2	-1035,65
Ricavi - costi (attualizzati)	-449,25	-662,56	-119,20	-426,67
VAN (Euro/ha) (riferito all'anno dell'ultimo intervento)	-1111,80		-545,88	

Tabella 19. Analisi economica dello scenario 2 nella particella 9. Analisi effettuata grazie al supporto di StandWise

Nel caso di una gestione più intensa (Scenario 3), *StandWise* ipotizza, nei 30 anni, una quantità di legname ottenibile dai due interventi pari a **154,5 m³**, **pari a 95,5 m³ all'anno, considerando l'intera area produttiva.** In questo caso il VAN al 30° anno risulta positivo solo nel caso in cui almeno il 50% del materiale ottenuto venga venduto per fini energetici (Tabella 20).

	Scenario 3a		Scenario 3b	
	Diradamento	Taglio di selezione	Diradamento	Taglio di selezione
Anno dell'intervento	10	30	10	30
Costo (Euro)	2701	5693	2701	5693
Volume (m ³ /ha) totale materiale ottenuto dall'intervento	89,22	65,34	89,22	65,34
<i>Venduto per fini energetici</i>	89,22	65,34	44,61	32,67
<i>Venduto per fini industriali</i>			44,61	32,67
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini energetici	40	40	40	40
Prezzo di vendita (Euro/m ³) per legno per fini industriali			70	70
Ricavi totali (Euro)	3568,8	2613,6	4907,1	3593,7
Ricavi - costi (euro)	867,8	-3079,4	2206,1	-2099,3
Ricavi - costi (attualizzati) (con saggio di interesse pari al 3%)	645,72	-1268,67	1641,55	-864,88
VAN (Euro/ha) (riferito all'anno dell'ultimo intervento)	-622,95		776,66	

Tabella 20. Analisi economica dello scenario 3 nella particella 9. Analisi effettuata grazie al supporto di StandWise



5. Discussioni e considerazioni conclusive

Le simulazioni effettuate grazie all'utilizzo di **StandWise** hanno contribuito a chiarire come interventi forestali, anche se per natura simili, possono avere impatti diversi, a seconda delle caratteristiche dei diversi soprassuoli. Infatti, nella particella 2, caratterizzata da una faggeta piuttosto densa, dei diradamenti sono necessari per favorire l'accrescimento dei soggetti arborei migliori e contribuire così ad accrescere l'incremento dell'intera particella. Nella particella 6, contraddistinta da un lariceto piuttosto rado, invece, i tagli selettivi non appaiono necessari per aumentare la velocità di accrescimento della particella. Nella particella 9, invece, i diradamenti possono permettere a specie, come le latifoglie, ad affermarsi, e quindi il popolamento forestale avrà una composizione più diversificata, con un conseguente aumento della biodiversità.

Sempre grazie all'utilizzo del software *StandWise* si è potuto stimare anche la quantità di biomassa legnosa, compresi i residui di origine forestale, che può essere ottenuta dai vari interventi. La tabella 21¹⁷ riassume queste quantità, ed il relativo potere calorifico, espresso in kWh, per ogni particella, a seconda dei diversi trattamenti.

N. particella	Area produttiva (ha)	Tipo scenario	Biomassa legnosa ottenibile ad ha (in 30 anni)	Biomassa legnosa ottenibile all'anno (considerando intera area produttiva)	Potere calorifico annuo da particella
Particella 2	12,1 ha	Scenario 1	72,16 m ³	29 m ³	30450 kWh
		Scenario 2	230,32 m ³	92,9 m ³	97545 kWh
Particella 6	34,23 ha	Scenario 1	27,31 m ³	31,25 m ³	32812 kWh
		Scenario 2	101,52 m ³	115,83 m ³	121621 kWh
Particella 9	18,54 ha	Scenario 1	67,6 m ³	41,7 m ³	43785 kWh
		Scenario 2	154,5 m ³	95,5 m ³	100275 kWh

Tabella 21. Biomassa legnosa ottenibile da ogni particella considerata, a seconda del diverso trattamento e relativo potere calorifico producibile.

La biomassa legnosa utilizzabile per fini energetici, ottenibili dai diversi interventi, può arrivare a superare i 100 m³/anno nella particella 6, se si attua una gestione forestale relativamente intensa. Una quantità del genere può arrivare ad alimentare una caldaia a

¹⁷ Nella tabella 23, si presuppone che 1m³ = 0,5 ton, e che la legna ottenuta dagli interventi abbia un'umidità pari al 50% e che 1 tonnellata di legna abbia un potere calorifico pari a 2100 kWh/ton

cippato con una potenza di 300 kW. **Gestioni delle particelle considerate, invece, meno intense, come quelle previste dal piano possono arrivare ad alimentare caldaia a cippato fino a 150 kW.** Presupponendo che 1 m³ di metano abbia un potenziale calorifico pari a 10 kWh¹⁸, ciò significa che il materiale legnoso ottenuto da ognuna delle singole particelle considerate può arrivare a sostituire fino a 10000 m³ di metano. Questa sostituzione può avere vantaggi ambientali, come i risparmi diretti di CO₂, se si considerano tutti i passaggi della filiera di produzione, sia i vantaggi sociali ed economici, che possono derivare sul panorama geopolitico dalla contesa delle fonti fossili.

Tuttavia, come dimostrato dalle analisi contenute nel presente documento, nel caso tutto il materiale di risulta fosse destinato ad un utilizzo energetico, **la maggioranza delle gestioni forestali, anche se relativamente intense, al 30° anno, non presentano VAN positivo.** Un utilizzo a cascata del legname, invece, in cui si prevede che parte del legname sia destinato anche ad un utilizzo industriale, può contribuire a rendere più conveniente certi tipi di trattamenti forestali, ma comunque, nella maggior parte dei casi, il VAN della maggioranza delle gestioni rimane negativo. L'area forestale, infatti, oggetto dello studio, **non presentano facili condizioni di lavoro, ed include popolamenti piuttosto invecchiati, con un numero limitato di piante con eccellenti caratteristiche, in termini di qualità.** Queste condizioni, bene o male, si possono riscontrare in molte altre aree montane del Bacino Padano. **È comunque da precisare come tutte queste analisi non abbiano considerato i possibili contributi pubblici, di natura economica (come le misure del PSR), che possono finanziare, almeno in parte, i diversi interventi selvicolturali ipotizzati.**

Possibili contributi economici, di natura pubblica, possono essere giustificati **dagli impatti ambientali di una gestione attiva dei soprassuoli forestali. Infatti, popolamenti forestali gestiti in maniera attiva sono in grado di sequestrare più rapidamente il carbonio, attraverso l'immagazzinamento di carbonio** nella crescita di tessuti vegetali di alberi e arbusti e nel progressivo accumulo nel suolo, riducendo così la quantità di gas ad effetto serra presente nell'atmosfera. Una gestione attiva può portare anche ad un aumento della biodiversità, oltre ad accrescere la fruizione turistica dei soprassuoli forestali. Su questa tematica, è bene ricordare come certificazioni forestali, come FSC® e PEFC®, possono garantire una gestione forestale sostenibile e responsabile.

È noto come il processo di combustione di biomasse legnose possa produrre polveri sottili e benzo(a)pirene, in quantità variabile a seconda: della tecnologia di combustione dei generatori utilizzati, della qualità dei combustibili legnosi e della manutenzione degli apparecchi e/o impianti. Nel dettaglio, le vecchie stufe a legna o i caminetti a fiamma aperta possono presentare fattori di emissione significativi. A proposito di questo, **va però sottolineato che, negli ultimi anni, le aziende produttrici di apparecchi e caldaie abbiano compiuto un grande sforzo nella ricerca e sviluppo di soluzioni tecnologiche**

¹⁸ Dato riportato nella guida "Come riscaldarsi correttamente con il legno. In sicurezza, nel rispetto dell'ambiente e della qualità dell'aria", realizzato da AIEL nel 2014

sostenibili, per abbattere sostanzialmente le emissioni ed aumentare l'efficienza degli apparecchi (Berton, 2019). A livello italiano, i consumatori possono scegliere l'apparecchio domestico con le migliori prestazioni in termini di efficienza e riduzione delle emissioni; il decreto ministeriale 186 del 2017 ha introdotto per questi generatori una classificazione a stelle.

Bibliografia

Berton, M. (2019). Legno problematico. Articolo pubblicato su QualEnergia

Ciancio, O. (2005). Il piano di gestione della foresta di Vallombrosa tra passato, presente e futuro. *L'Italia Forestale e Montana* 60: 171-176.

Corona, P., Barbati, A., Ferrari, B., Portoghesi, L. (2019). Pianificazione ecologica dei sistemi forestali. *Compagnia delle Foreste, Arezzo*

Corona, P., Becagli, C., Cantiani, P., Chianucci, F., Di Salvatore, L., Di Salvatore, U., Romano, R., Vacchiano G., Ferretti, F. (2020). Elementi di orientamento per la pianificazione forestale alla luce del testo unico in materia di foreste e filiere forestali. *Rete Rurale Nazionale 2014-2020, Scheda n. 22.1 e 22.2 - Foreste, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma.*

Gasparini P., Tabacchi, G. (2011). *L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati.* Bologna; Edagricole- Il Sole 24 ore, Milano.

Holsapple, C.W. (2008). Decision and Knowledge. In Burstein, F., Holsapple, C.W. (Eds.), *Handbook on Decision Support System 1*, Springer, 21-53, Berlin.

Marchetti M., Motta R., Pettenella D., Sallustio L., Vacchiano G. (2018). Le foreste e il sistema forestale-legno in Italia: verso una nuova strategia per rispondere alle sfide interne e globali. *Forest@*, 15: 41-50.

MIPAAF (2017). *Tutela e valorizzazione del patrimonio forestale italiano. Una sfida per il futuro. Documento realizzato nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020.* Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Roma.

Muys, B., Hynynen, J., Palahí, M., Lexer, M.J., Fabrika, M., Pretzsch, H., Gillet, F., Briceño, E., Nabuurs, G.J., Kint, V. (2010). Simulation tools for decision support to adaptive forest management in Europe. *Forest Systems*, 19, 86–99.

Nocentini, S., Puletti, N., Travaglini, D. (2011). Pianificazione e uso sostenibile delle risorse forestali nella filiera legno-energia: una proposta metodologica. *L'Italia Forestale e Montana* 66: 293-303.

Nocentini, S. (2019). La gestione del bosco come sistema biologico complesso: una questione di teoria e di metodo. *L'Italia Forestale e Montana* 74: 11-23.

RaF Italia (2019). *Primo rapporto sullo stato delle foreste in Italia.* Rete Rurale Nazionale. CREA, Roma.

Romano, R. (2018). Il nuovo decreto legislativo n. 34 del 3 aprile 2018 in materia di foreste e filiere forestali. *Ricerca e formazione nel settore agroalimentare per il lavoro e la sostenibilità.* Fondazione METES, Roma.

Segura, M., Ray, D., Maroto, C. (2014). Decision Support Systems for Forest Management: a comparative analysis and assessment *Computers and Electronics in Agriculture*, 101, 55-67.

Wikström, P.; Edenius, L.; Elfving, B.; Eriksson, L.O.; Lämås, T.; Sonesson, J.; Öhman, K.; Wallerman, J.; Waller, C.; Klintebäck, F. (2011). The Heureka Forestry Decision Support System: An Overview. *Math. Comput. For. Nat. Resour. Sci.* 3, 87–95.

IL PROGETTO PREPAIR

Il Bacino del Po rappresenta un'area di criticità per la qualità dell'aria, con superamenti dei valori limite fissati dall'Unione Europea per polveri fini, ossidi di azoto ed ozono. Questa zona interessa il territorio delle regioni del nord Italia ed include città metropolitane quali Milano, Bologna e Torino.

L'area è densamente popolata ed intensamente industrializzata. Tonnellate di ossidi di azoto, polveri e ammoniaca sono emesse ogni anno in atmosfera da un'ampia varietà di sorgenti inquinanti legate soprattutto al traffico, al riscaldamento domestico, all'industria, alla produzione di energia ed all'agricoltura. L'ammoniaca, principalmente emessa dalle attività agricole e zootecniche, contribuisce in modo sostanziale alla formazione di polveri secondarie, che costituiscono una frazione molto significativa delle polveri totali in atmosfera.

A causa delle condizioni meteo climatiche e delle caratteristiche morfologiche del Bacino, che impediscono il rimescolamento dell'atmosfera, le concentrazioni di fondo del particolato, nel periodo invernale, sono spesso elevate.

Per migliorare la qualità dell'aria nel Bacino padano, dal 2005, le Regioni hanno sottoscritto Accordi di programma in cui si individuano azioni coordinate e omogenee per limitare le emissioni derivanti dalle attività più emissive.

Il progetto PREPAIR mira ad implementare le misure, previste dai piani regionali e dall'Accordo di Bacino padano del 2013, su scala più ampia ed a rafforzarne la sostenibilità e la durabilità dei risultati: il progetto coinvolge infatti non solo le Regioni della valle del Po e le sue principali città, ma anche la Slovenia, per la sua contiguità territoriale lungo il bacino nord adriatico e per le sue caratteristiche simili a livello emissivo e meteorologico.

Le azioni di progetto riguardano i settori più emissivi: agricoltura, combustione di biomasse per uso domestico, trasporto di merci e persone, consumi energetici e lo sviluppo di strumenti comuni per il monitoraggio delle emissioni e per la valutazione della qualità dell'aria su tutta l'area di progetto.

DURATA

Dall'1 febbraio 2017 al 31 gennaio 2024.

BUDGET COMPLESSIVO

A disposizione 17 milioni di euro da investire nell'arco di 7 anni: 10 quelli in arrivo dall'Europa.

FONDI COMPLEMENTARI

PREPAIR è un progetto LIFE integrato: oltre 850 milioni di euro provenienti dai fondi strutturali (risorse regionali e nazionali dei diversi partner) per azioni complementari che hanno ricadute sulla qualità dell'aria.

PARTNER

Il progetto coinvolge 17 partner ed è coordinato dalla Regione Emilia Romagna - Direzione Generale Cura del Territorio

www.lifeprepareu.eu – info@lifeprepareu.eu

