

LIFE GoProForMED

WP3

Tools for Close to Nature forest management

Modelli di gestione forestale *Closer-to-Nature* nelle aree di intervento dimostrative nella regione mediterranea

Autore/i: Serena Buscarini, Serena Corezzola, Marcello Miozzo
D.R.E.Am Italia

Versione (data): 16.04.25

0

Sommario

1.	Scopo del documento.....	2
2.	Introduzione alla gestione forestale <i>Closer-to-nature</i>	3
3.	La gestione forestale <i>Closer-to-nature</i> nell'area Mediterranea	6
4.	Modelli di intervento dimostrativi per gli habitat forestali target.....	8
5.	Schede riepilogative degli interventi per i 4 habitat target.....	15
6.	Bibliografia.....	19
7.	Allegato 1: Buone pratiche ed esperienze di gestione forestale <i>Closer-to-nature</i> per gli habitat forestali target	21

1. Scopo del documento

Il documento propone e descrive modelli di gestione forestale in linea con i principi della gestione forestale *Closer to Nature* (CNF).

L'**obiettivo** è quello di **fornire modelli di gestione forestale alternativi e innovativi**, volti a promuovere la migliore gestione degli habitat forestali target, considerando anche gli aspetti produttivi, e armonizzati e coesi a livello di Regione Biogeografica Mediterranea.

La definizione di questi modelli di intervento si basa sull'analisi delle migliori esperienze, già applicati in area mediterranea (T2.3), di diversi approcci di gestione forestale (es. copertura irregolare, continua, selvicoltura d'albero, ecc.) in linea con i principi della CNF. Va specificato che alcune delle esperienze descritte non sono allineate in tutti i loro aspetti con i principi su cui si basa il progetto GoProForMED, ma possono contenere alcuni elementi di ispirazione, motivo per cui sono state riportate integralmente.

L'efficacia dei modelli proposti sarà validata attraverso la loro applicazione sperimentale nelle aree dimostrative (T4.2), situate all'interno dei 4 habitat target presenti nei 12 siti del progetto, ovvero

- 9260 Boschi di *Castanea sativa*
- 9330 Foreste di *Quercus suber*
- 9340 Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*
- 9530* Pinete (sub)mediterranee con pini neri endemici

I modelli di intervento selvicolturale da attuare sono definiti in base alle caratteristiche dei soprassuoli (giovani boschi di alto fusto, boschi di alto fusto maturi, cedui) abbinati a diverse condizioni di fertilità (bassa e medio-alta).

I modelli di intervento qui proposti costituiscono un “secondo livello” di pianificazione forestale, che segue un “primo livello” di pianificazione. Il primo livello di pianificazione consiste nella definizione, nell'identificazione e nell'implementazione di una rete ecologica, costituita da Core Areas, Isole per la Biodiversità e Habitat Alberi, il cui obiettivo principale è quello di preservare la biodiversità forestale, mantenendo e/o migliorando un buono stato di conservazione dell'habitat forestale target.

I modelli di intervento dimostrativi sono invece rivolti alla gestione forestale della “matrice” (nel progetto definita come Edge Area) in cui si trova immersa la rete ecologica, con l'obiettivo di proporre modelli di gestione forestale alternativi e innovativi, che possano prendere in considerazione anche aspetti produttivi ed economici, senza incidere negativamente sulla conservazione della biodiversità forestale.

Le aree dimostrative sono aree di un ettaro, situate nella “Edge area” dell'habitat forestale target. Il progetto prevede che l'intera Edge Area possa essere gestita replicando i modelli di intervento testati nelle aree dimostrative.

2. Introduzione alla gestione forestale *Closer-to-nature*

Negli ultimi anni, sotto la spinta della crisi globale della biodiversità e dei cambiamenti climatici, tutti i riflettori sono puntati sulla necessità di trovare soluzioni e strategie per affrontare queste sfide a livello globale. Le foreste, la conservazione della loro biodiversità e delle loro molteplici funzioni, svolgono un ruolo centrale in questo dibattito. Di conseguenza, la gestione delle foreste sta ricevendo un'attenzione crescente. Negli ultimi anni sono stati redatti numerosi documenti, linee guida e manuali sul tema della gestione forestale sostenibile, sull'adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici, sulla conservazione della biodiversità e dei loro molteplici servizi ecosistemici^{1,2,3,4,5}.

Pertanto, molte delle informazioni contenute in questo capitolo sono tratte direttamente e testualmente da queste fonti autorevoli, ma con l'intento di fornire un quadro chiaro e accurato degli approcci di gestione forestale, alcuni dei quali si sovrappongono e hanno obiettivi comuni.

In Europa si è sviluppato un ricco e variegato portafoglio di approcci gestionali che mirano all'integrazione di tutti questi aspetti nella gestione della produzione forestale: selvicoltura *Closer-to-nature*, 'Plenterwald', selvicoltura a copertura continua, taglio a impatto ridotto, selvicoltura di ritenzione, selvicoltura d'albero, gestione forestale adattiva, selvicoltura *climate-smart*, ecc, varietà di approcci alla gestione forestale che sono stati sviluppati dagli operatori in tutta Europa³.

Molte di queste tendenze sono reciprocamente compatibili e possono essere considerate contemporaneamente, in quanto si basano più su principi guida che su dati oggettivi di indicatori silvo-dasometrici⁶.

La premessa fondamentale di qualsiasi forma di selvicoltura è l'adesione a un modello generale di gestione forestale sostenibile, ovvero: "un concetto dinamico e in evoluzione, che mira a mantenere e valorizzare i valori economici, sociali e ambientali di tutti i tipi di foreste, a beneficio delle generazioni presenti e future"⁷.

In Europa, la Strategia per la Biodiversità per il 2030⁸ sottolinea l'importanza di una gestione sostenibile delle foreste come soluzione basata sulla natura nella lotta contro il cambiamento climatico e chiede che le pratiche forestali favorevoli alla biodiversità continuino e siano ulteriormente sviluppate. A tal fine, chiede alla Commissione di sviluppare linee guida sulla gestione *Closer-to-Nature* delle foreste (CNF)⁹ (in italiano "*più vicina alla natura*"). La Strategia forestale dell'UE per il 2030¹⁰ a eco a questo impegno e definisce la gestione forestale più vicina alla natura come un insieme di pratiche volte a garantire foreste multifunzionali, combinando obiettivi di biodiversità, conservazione dello stock di carbonio e ricavi legati al legname.

La CNF è un nuovo concetto proposto nella Strategia forestale dell'UE per il 2030, che mira a migliorare i valori di conservazione e la resilienza al clima delle foreste multifunzionali gestite in Europa¹¹. La CNF, basata sulle dinamiche ecosistemiche, comprende gli approcci esistenti orientati all'aumento della biodiversità nelle foreste gestite sotto il concetto di gestione forestale sostenibile⁵.

I principali obiettivi della CNF

La CNF funge da acceleratore per il ripristino e la conservazione della biodiversità e la resilienza delle foreste ai cambiamenti climatici, basandosi su due obiettivi principali:

- (i) aumentare la complessità strutturale e
- (ii) promuovere la dinamica naturale delle foreste.

I concetti di CNF variano a seconda dei Paesi e delle regioni. In generale, nell'Europa nord-orientale prevale il concetto di imitazione dei disturbi naturali e di mantenimento delle strutture naturali (habitat chiave, legno morto, ecc.). Nell'Europa centrale e orientale prevale la CNF (l'approccio "Pro Silva" e altri), mentre nell'Europa occidentale si utilizza soprattutto la silvicoltura a copertura continua (SCC).

Come riportato nelle Linee guida, mentre la gestione forestale necessita di un approccio specifico per regione e contesto, sulla base di Larsen et al. (2022)¹¹, i **principi generali della CNF** sono:

- imparare dai processi naturali e permetterne lo sviluppo;
- mantenere l'eterogeneità e la complessità delle strutture e dei modelli forestali;
- integrare le funzioni forestali a diverse scale spaziali;
- utilizzare una varietà di sistemi selvicolturali basati sui modelli di disturbo naturali della regione;
- taglio del legname a basso impatto, con uguale attenzione a ciò che viene conservato nella foresta e a ciò che viene rimosso, preservando così gli habitat, il suolo forestale e i microclimi forestali.

La maggior parte delle linee guida esistenti per le **pratiche di gestione forestale** includono:

- la rigenerazione naturale;
- specie autoctone;
- provenienze locali;
- popolamenti composti da alberi di età diverse;
- popolamenti misti composti da diverse specie arboree;
- variabilità del paesaggio;
- operazioni di cura e raccolta accurate;
- bilanciare la pressione delle popolazioni di ungulati;
- preservare la quantità e la diversità del legno morto;
- preservare i microhabitat legati agli alberi;
- boschi vetusti;
- incoraggiare le specie arboree rare e la conservazione di particolari biotopi chiave.

PRINCIPALI APPROCCI DI GESTIONE FORESTALE

La **Gestione forestale *Closer-to-nature* (più vicina alla natura)** mira a “ottimizzare il mantenimento, la conservazione e l'utilizzo degli ecosistemi forestali in modo tale che le funzioni ecologiche e socioeconomiche siano sostenibili e redditizie”¹². Il suo obiettivo principale è il taglio selettivo di singoli alberi, basato su una serie di principi che possono essere tradotti in condizioni e sfide locali. Il taglio a piccoli gruppi (< 0,2 ha) consente di creare popolamenti “a mosaico” composti da una varietà di specie arboree.

La **silvicoltura a copertura continua (SCC)** o gestione disetanea, mantiene una struttura forestale eterogenea all'interno di un popolamento, selezionando e tagliando periodicamente singoli alberi o gruppi di alberi¹³. L'abbattimento è preferibilmente limitato ad aree di 0,25 ettari per garantire la continuità delle condizioni del bosco.

La **selvicoltura Irregolare** è una branca della SCC, che mira a strutture forestali a fustaia e permanentemente irregolari. Enfatizza i processi naturali e cerca di sviluppare strutture di habitat complesse con una gamma di alberi di diverse dimensioni e un sottobosco in parte composto da giovani piante¹⁴.

La **selvicoltura di ritenzione** mira a rafforzare il considerare la biodiversità nei sistemi di gestione uniformi e a taglio raso. Può essere applicata anche nella SCC. La biodiversità e la funzione ecologica a diverse scale spaziali sono promosse rafforzando la continuità della struttura, della composizione e della complessità delle foreste¹⁵. Livelli di ritenzione variabili a scala di paesaggio garantiscono la diversità strutturale. La qualità, il diametro e l'età delle specie arboree sono parametri importanti.

La **selvicoltura d'albero** si basa su interventi mirati a vantaggio solo di alcuni alberi selezionati (alberi candidati) e consente di concentrare gli sforzi principalmente su aspetti quali la mescolanza di specie, la struttura del popolamento, la rigenerazione e le dinamiche di competizione intra/inter specifica¹⁶.

La **Gestione Forestale Adattativa (AFM)** mira a preservare e sviluppare la funzionalità di specifiche foreste come prerequisito per soddisfare il bisogno futuro di servizi ecosistemici forestali. L'AFM si basa su tre pilastri: (1) la conoscenza delle condizioni ambientali, comprese le incertezze, ma anche dei cambiamenti di percezione tra i decisori; (2) le opzioni per identificare la capacità di adattamento delle foreste, per proteggere le prestazioni delle foreste e per applicare le strategie di AFM; e (3) le decisioni per ottimizzare ripetutamente l'AFM in base a risultati di valutazione significativi¹⁷.

La **selvicoltura *climate-smart* (CSF)** è un approccio o una strategia mirata per aumentare i benefici climatici delle foreste e del settore forestale, in modo da creare sinergie con altre esigenze legate alle foreste. L'approccio si basa su tre pilastri: i) riduzione e/o eliminazione delle emissioni di gas a effetto serra per mitigare i cambiamenti climatici, ii) adattamento della gestione forestale per costruire foreste resilienti, iii) gestione attiva delle foreste per aumentare in modo sostenibile la produttività e fornire tutti i benefici che le foreste possono offrire¹⁸.

3. La gestione forestale *Closer-to-nature* nell'area Mediterranea

In questo capitolo riportiamo integralmente quanto già esaminato nel documento “Guidelines on Closer-to-Nature Forest Management”, all'interno del capitolo dedicato alla Regione Biogeografica Mediterranea¹⁹.

L'attuale paesaggio mediterraneo è il risultato di una lunga interazione tra ecosistemi forestali e popolazioni umane, sviluppatasi nel corso dei millenni e culminata in una diversità bioculturale riconosciuta dall'UE. Le foreste mediterranee sono integrate in un mosaico paesaggistico composto da diversi usi del suolo (agricoltura, agroforestazione, silvicoltura e pascolo) e da varie aree con differenti tipi e strutture di vegetazione.

Nelle società sempre più urbanizzate della regione, manca una tradizione di pratiche forestali, compresa la raccolta, poiché è assente una vera e propria "cultura" forestale. Ciò rende difficile adottare una gestione forestale sostenibile. In molte foreste mediterranee europee, le filiere forestali locali non sono ben sviluppate, e di conseguenza anche i mercati dei prodotti forestali sono limitati, riducendo così l'attività forestale. Sebbene vi sia una notevole varietà di approcci all'interno del concetto di CNF, alcuni aspetti sono comuni a tutti i tipi di foresta mediterranea e ai relativi approcci gestionali che adottano la CNF. Questi aspetti sono illustrati nei punti seguenti:

- **aumentare la presenza di alberi vivi e morti** (isolati, in gruppi o a chiazze) e **di legno morto** di grandi dimensioni. Anche se le foreste “più vicine alla natura” nei paesi mediterranei attualmente presentano una quantità media di legno morto inferiore rispetto ad altre regioni dell'UE (collegata alla loro età generalmente giovane e alla lenta crescita), esiste un ampio consenso tra gli stakeholder, supportato da regolamenti governativi e regionali, sull'importanza di mantenere il legno morto. Tuttavia, l'incremento di legno morto va valutato attentamente sito per sito, tenendo conto della vulnerabilità agli incendi, alla siccità e della necessità di prevenire fitopatie
- **aumentare progressivamente le foreste miste e rigenerate naturalmente**, anche se: (i) la maggior parte delle foreste mediterranee si rigenera naturalmente; e (ii) il tasso di foreste miste nei paesi mediterranei è generalmente alto (eccetto nelle piantagioni).
- l'importanza di **aumentare la presenza di specie arboree secondarie** che possono aggiungere valore al popolamento forestale, come le specie del genere *Sorbus*, *Prunus* o altre.
- considerare il **ruolo dei disturbi naturali** con particolare attenzione alla siccità e agli incendi. A seconda dell'ecosistema forestale, gli incendi possono svolgere un ruolo ecologico essenziale per la conservazione della biodiversità; tuttavia, questo ruolo deve essere gestito con attenzione per adottare un approccio integrato nella gestione degli incendi, che in alcuni casi potrebbe includere l'uso di fuochi prescritti. Le misure di adattamento ai disturbi causati dal fuoco in vari tipi di foreste dell'Europa meridionale si basano su una conoscenza ecologica della pirologia delle specie e sugli effetti specifici del fuoco sulla struttura forestale, sui suoli e sui processi di rigenerazione.
- Un ruolo rilevante è svolto anche dal **pascolo nei paesaggi mediterranei**, sia da parte di animali domestici che selvatici, sottolineando l'importanza di consentire il pascolo gestito nelle foreste e di una gestione più dinamica di cervi e cinghiali tramite la caccia.

- Aumentare la **diversità delle produzioni e delle coperture forestali, nonché delle composizioni specifiche**, per gestire la produzione di prodotti forestali non legnosi, in particolare: sughero, resina, noci, bacche, piante medicinali, tartufi e funghi selvatici.

In diverse regioni mediterranee, per decenni sono stati applicati vari sistemi selvicolturali che favoriscono composizioni prevalentemente miste. Tra questi sistemi figurano: la silvicoltura a popolamenti misti; la silvicoltura d'albero; la gestione irregolare; la rigenerazione mista; la valorizzazione e l'incremento delle specie sporadiche, e molti altri.

Tutti questi sistemi selvicolturali, inclusi i nuovi criteri di gestione per il ceduo, pongono un'enfasi sulla conservazione degli alberi e sono attuati per sviluppare foreste miste, spesso a più strati, in linea con i principi di gestione forestale più vicina alla natura (CNF).

4. Modelli di intervento dimostrativi per gli habitat forestali target.

La gestione forestale tradizionalmente applicata nelle aree mediterranee si è storicamente basata su modelli colturali regolari, come la fustaia coetanea e il ceduo semplice, che hanno portato alla creazione di popolamenti relativamente omogenei sotto il profilo strutturale. In questo contesto, l'introduzione della gestione a copertura continua rappresenta un cambio di paradigma. Essa non si limita a modificare il tipo di intervento selvicolturale, ma implica un vero e proprio ripensamento degli obiettivi gestionali. Tuttavia, questa transizione non può avvenire in modo repentino, proprio perché i popolamenti semplificati di partenza non possiedono ancora le caratteristiche necessarie per sostenere ad esempio processi naturali di rigenerazione sotto copertura o per supportare una struttura disetanea. Per questa ragione, l'applicazione della selvicoltura a copertura continua nei contesti mediterranei richiede un approccio graduale, fatto di interventi progressivi, mirati e pazienti.

Gli interventi proposti, consistono in un trattamento selvicolturale volto a orientare la struttura forestale verso una struttura irregolare, a copertura continua, rappresentata cioè dalla coesistenza di alberi appartenenti alle diverse categorie diametriche e di diverse età.

L'**obiettivo principale** di questo tipo di interventi è quello di orientare i popolamenti forestali verso sistemi sani e resilienti, in grado di **garantire una maggiore multifunzionalità delle foreste**.

In particolare, si mira a:

- Assicurare una produzione continuativa di legname nel tempo;
- Promuovere la produzione di legno e di sughero di alta qualità;
- Conservare la biodiversità;
- Mantenere il valore paesaggistico;
- Garantire la protezione del suolo;
- Favorire la rigenerazione naturale del bosco;
- Potenziare la capacità del bosco di immagazzinare CO₂.

Gli interventi, si configurano come **diradamenti di tipo selettivo** per piede d'albero o gruppi di alberi.

Il primo passo consiste nell'**identificazione di alberi candidati** da favorire, scelti in base alle seguenti caratteristiche:

- **Elevato valore economico potenziale**, ovvero individui con buona conformazione del fusto o del sughero, adatti alla produzione di legname o sughero di qualità;
- **Buona vigoria e stabilità**, con chiome ben conformate ed equilibrate, capaci di contribuire alla stabilità complessiva del popolamento e alla produzione di seme;
- **Alto valore ecologico**, come nel caso degli "alberi habitat", secondo la definizione fornita dal progetto.

Per la valutazione del valore economico sono disponibili diversi strumenti utili. In questo contesto, sono stati impiegati due riferimenti principali: il "*Protocollo per la valutazione della qualità del legno in piedi delle latifoglie pregiate*", sviluppato nell'ambito del progetto LIFE MixForChange (LIFE15 CCA/ES/000060), che fornisce linee guida per stimare la qualità del legname in piedi; e, per la valutazione della qualità del sughero, la "*Guida alla*

commercializzazione del sughero in campo”, elaborata da UNAC – União da Floresta Mediterrânica^{20,21}.

Una volta individuati gli alberi candidati da favorire, il secondo passo consiste nell’eliminazione degli individui in competizione con essi a livello di chioma, al fine di garantire spazio e risorse sufficienti per il loro sviluppo. Contestualmente, si procede all’abbattimento degli alberi che hanno raggiunto il diametro di recidibilità, in linea con gli obiettivi selvicolturali e di rinnovamento del popolamento.

Gli interventi sono generalmente di intensità medio-bassa, interessando al **massimo il 25-30% del volume in piedi**, e devono essere ripetuti nel tempo, con una frequenza indicativa di 7-15 anni. Per garantirne la sostenibilità operativa ed economica, è fondamentale la presenza di una rete della viabilità ben strutturata, che assicuri un accesso agevole e continuo al bosco.

Questo tipo di selvicoltura necessita di una fase preliminare di osservazione e analisi dei popolamenti forestali. In base alle condizioni iniziali del bosco, gli interventi dovranno essere calibrati e adattati al contesto specifico, tenendo conto di **6 elementi chiave**: il capitale di equilibrio, la struttura e lo stadio di sviluppo, la stabilità, la rinnovazione, la diversità specifica e la conservazione della biodiversità.

1. Il capitale di equilibrio: è definito come la quantità di volume legnoso in piedi compatibile con una gestione equilibrata di un popolamento forestale a struttura irregolare, il quale consente:

- di ottimizzare la produzione legnosa,
- di creare le condizioni ideali per l’accrescimento delle chiome e di alberi in grado di produrre legno di qualità,
- un equilibrio ecosistemico stabile, fondamentale per il regolare funzionamento dei processi di mineralizzazione della sostanza organica,
- la rinnovazione naturale del bosco.

Una quantità elevata di volume legnoso, riduce infatti i tassi di crescita, la qualità degli individui presenti, e la possibilità di affermazione della rinnovazione. Allo stesso modo, una quantità troppo bassa di volume legnoso, favorisce lo sviluppo di specie erbacee e semi-legnose che impediscono l’innescò dei processi di rinnovazione naturale e aumenta il rischio di danneggiamento degli alberi per stress idrico o eccessiva illuminazione, e conseguentemente alla riduzione della stabilità del popolamento.

Nel processo di trasformazione da popolamenti regolari a strutture irregolari, il raggiungimento del capitale di equilibrio avviene per gradi, attraverso interventi inizialmente prudenti e progressivamente più intensi, in modo da osservare nel tempo i miglioramenti nel funzionamento dell’ecosistema, con particolare attenzione alla capacità di rigenerazione naturale, che rappresenta il primo e più importante indicatore di successo.

Il capitale di equilibrio può essere rappresentato da un intervallo ottimale di area basimetrica (G/ha) specifico per ciascuna specie. Mantenere questo equilibrio favorisce il corretto funzionamento dell’ecosistema, sostenendo anche un efficace processo di rinnovazione naturale. La determinazione del capitale di equilibrio dipende da molteplici criteri: esposizione, fertilità del suolo, latitudine, struttura della popolazione.

A titolo di esempio di seguito si riporta il Capitale di Equilibrio in termini di m²/ha per la sughera secondo le *Linee Guida per una Gestione Forestale Sostenibile in Catalogna* (ORGEST) e per altre specie secondo lo *Schema Regionale della Gestione Selvicolturale* (Schéma Régional de Gestion Sylvicole - SRGS), sviluppato dal Centre National de la Propriété Forestière (CNPF):

Querce, frassini: 12-16 m²/ha

Sughera: 18-22 m²/ha (sotto sughero)

Faggio, Castagno, Acero: 17-22 m²/ha

Pino, larice, cedro: 20-30 m²/ha

Abeti, douglasia: 25-35 m²/ha

Questi valori fanno riferimento agli individui con diametro superiore o uguale a 17,5. Gli alberi appartenenti alla categoria “Saplings” (DBH 7,5-17,5 cm) dovrebbero rappresentare ulteriori 2-3 m²/ha.

C > CE

Popolamento denso, competizione tra individui troppo elevata. Decapitalizzare progressivamente attraverso interventi frequenti, di medio-bassa intensità, prelevando più dell'incremento medio annuo, senza superare il 25% del volume per non destabilizzare improvvisamente il popolamento.

C = CE

Le condizioni del popolamento sono ottimali per lavorare sull'incremento della qualità del capitale.
Realizzare interventi di media intensità (15-20% del volume) che consentano di mantenere il popolamento all'interno dell'intervallo ottimale.
Favorire gli alberi di migliore qualità

C < CE

Popolamento troppo aperto, la dinamica del sottobosco è favorita.
Attendere che la densità del popolamento aumenti prima di intervenire. Intervenire con diradamenti di bassa intensità solo in corrispondenza dei nuclei più densi.

2. La struttura e lo stadio di sviluppo: la struttura verticale e orizzontale e lo stadio di sviluppo di un bosco, sono caratteristiche da tenere in considerazione al momento della scelta del tipo di intervento e della sua intensità. Di fronte ad un popolamento coetaniforme giovane o adulto, non bisogna ricercare un cambio immediato nella struttura da regolare a irregolare. Bisogna invece tenere in considerazione che in queste situazioni il processo di irregolarizzazione è un processo lungo, costituito da una serie di interventi e di dinamiche di sviluppo del bosco a seguito della loro realizzazione.

Per la valutazione della diversità strutturale esistono diversi indici. In questo caso è stato deciso di fare riferimento al TDD e al THD (Tree Diameter Diversity Index e Tree Height Diversity Index), i quali consentono di quantificare in modo speditivo la differenziazione in termini dimensionali degli alberi e la struttura verticale del popolamento forestale.

Entrambi gli indici derivano dalla formula modificata dell'indice di Shannon-Wiener^{24,25,27}:

$$TDD \text{ o } THD = - \sum_{i=1}^n (p_i \cdot \ln(p_i))$$

dove pi rappresenta il numero di alberi appartenenti alla classe i -esima e n il numero delle classi, aventi passo di 5 cm per quanto riguarda il diametro e di 2 m per l'altezza.

Questi indici hanno **valori compresi tra 0 e il massimo teorico**, calcolato come $ln(n)$. Valori vicini allo 0 rappresentano un popolamento in cui tutti gli alberi hanno diametri/altezze simili, mentre valori prossimi al massimo teorico indicano un'elevata variabilità.

Per le aree mediterranee, la letteratura disponibile offre pochi valori di riferimento. In questo contesto, dunque, l'indice non viene utilizzato per confrontare popolamenti diversi, bensì come strumento per valutare l'impatto di un intervento su uno stesso soprassuolo, confrontando la situazione post-intervento con le condizioni iniziali.

<p>STRUTTURA IRREGOLARE</p> <p>Mantenere la diversità strutturale e se possibile favorire quella specifica.</p> <p>Prelevare gli alberi che hanno raggiunto il diametro target e promuovere gli individui di miglior qualità relativa.</p>	<p>STRUTTURA REGOLARE (costituita prevalentemente da Poles e Large)</p> <p>Il processo di irregolarizzazione richiederà più interventi.</p> <p>Favorire la diversità specifica, gli alberi di migliore qualità relativa, mantenendo gli alberi più giovani, dominati.</p>	<p>STRUTTURA REGOLARE (costituita prevalentemente da Large e Very Large)</p> <p>Orientare il soprassuolo verso fasi di rigenerazione.</p> <p>Prelevare progressivamente gli individui che hanno raggiunto il diametro di recidibilità.</p>
---	--	---

3. Stabilità: un bosco stabile è più resiliente agli stress ambientali, riducendo il rischio di degrado o collasso del sistema e garantendo quindi che il bosco possa continuare a svolgere le sue funzioni ecologiche e fornire risorse preziose come legno, acqua e aria pulita.

La stabilità di un popolamento forestale può essere valutata utilizzando il coefficiente di snellezza, dato dal rapporto tra altezza e diametro medi. Quanto più il coefficiente registra valori alti (maggiori a 100), tanto più il popolamento viene considerato instabile. In un popolamento rappresentato da un rapporto alto, è necessario valutare bene l'effettiva fattibilità degli interventi, in quanto questi potrebbero portare al peggioramento delle condizioni di instabilità.

<p>POPOLAMENTO STABILE</p> <p>$Hm/Dm < 80$</p> <p>Il prelievo può interessare il 20-25 % del volume.</p> <p>Mantenere in bosco gli alberi che assicurano la stabilità.</p>	<p>POPOLAMENTO ABBASTANZA STABILE</p> <p>$Hm/Dm < 100$</p> <p>Al fine di non destabilizzare ulteriormente il popolamento adottare un'intensità del diradamento inferiore del 15-20 % del volume.</p> <p>Mantenere gli alberi più stabili.</p>	<p>POPOLAMENTO INSTABILE</p> <p>$Hm/Dm > 100$</p> <p>Cercare di ridurre quanto più possibile l'intensità degli interventi aumentandone la frequenza.</p>
---	--	---

4. Rinnovazione: l'osservazione della rinnovazione (presenza, assenza, composizione, vigore, ecc.) e delle dinamiche evolutive in atto, permette di determinare i fattori limitanti e il grado di disturbo (popolamento troppo denso, sovrapascolo, eccessiva presenza di vegetazione erbacea/arbustiva, ecc.) e, di conseguenza, può essere utile per adottare misure idonee al fine assicurare il corretto funzionamento del sistema forestale.



5. Diversità specifica: un'attenta analisi della vegetazione attuale, risulta essere di grande importanza per comprendere la dinamica ecologica e successionale del bosco e adottare di conseguenza, scelte gestionali opportune²³, come l'identificazione degli alberi da favorire o da rimuovere per migliorare la struttura del popolamento e favorire un equilibrio ottimale tra crescita, produttività e conservazione. In generale, la presenza di più specie arboree all'interno di un popolamento forestale, è fondamentale per mantenere o migliorare la biodiversità e garantire che l'ecosistema rimanga sano e funzionale anche di fronte a cambiamenti climatici e disturbi naturali.

Esistono diversi indici in grado di fornire informazioni utili sulla diversità specifica di un popolamento, al fine di supportare le scelte gestionali.

Tra questi, l'indice di Pielou detto anche **Indice di Evenness**, esprime quanto in una comunità gli individui sono equamente distribuiti (o meno) tra le diverse specie che la compongono.

L'indice è il rapporto tra l'indice di Shannon-Wiener e il suo valore massimo per quella comunità e viene quindi calcolato come segue:

$$EVENESS = \frac{-\sum(p_j \ln p_j)}{\ln S}$$

Dove p_j rappresenta il numero di individui per ogni specie (n) e S rappresenta il numero di specie presenti.

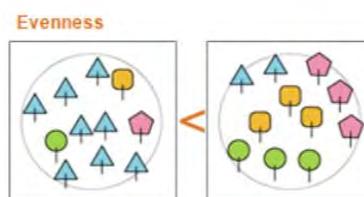


Figura 1. I grafici A e B mostrano la stessa ricchezza specifica. Tuttavia, il grafico B presenta una distribuzione più uniforme degli individui tra le specie, risultando in un indice di equità (evenness) più elevato rispetto al grafico A.

L'indice varia tra 0 e 1. Più gli individui sono concentrati in una o poche specie, più il valore dell'indice è basso. Al contrario, più gli individui sono distribuiti tra le specie in modo simile, più il valore è elevato.



6. Conservazione della biodiversità: integrare la conservazione della biodiversità nella gestione forestale produttiva è fondamentale per mantenere l'equilibrio ecologico e garantire la funzionalità del bosco a lungo termine. Una gestione che considera la biodiversità non solo preserva specie e habitat, ma migliora anche la resilienza della foresta ai cambiamenti climatici e agli stress ambientali. Questo approccio aumenta la stabilità e la produttività dell'ecosistema, assicurando che le risorse forestali possano essere utilizzate in modo continuativo senza compromettere la salute dell'ambiente.

Per valutare gli aspetti principali della biodiversità forestale, si fa riferimento all'Indice di biodiversità potenziale²⁶, illustrato sinteticamente nella BOX - 1.

BOX 1 – FATTORI IBP E LORO VALUTAZIONE

Di seguito vengono riportati i 10 fattori IBP: i primi 7 possono essere modificati con la gestione forestale, mentre gli altri 3 dipendono dalle caratteristiche stazionali. Per ogni fattore viene attribuito un valore tra 0, 1, 2 e 5. A destra le condizioni necessarie per attribuire a ciascuno il punteggio massimo per l'area biogeografica mediterranea.

L' IBP di Gestione può registrare un valore da 0 a 35, mentre l'IBP di Contesto può registrare valori da un minimo di 0 a un massimo di 15.

Fattori di gestione	A- Specie autoctone	Almeno 5 generi
	B – Struttura verticale	5 strati verticali presenti (con foglie per almeno il 20% della superficie) <ul style="list-style-type: none"> • Erbaceo e semi-legnoso • Legnoso molto basso (<1,5 m) • Legnoso basso (da 1,5 a 7 m) • Legnoso medio (da 7 a 15 m) • Legnoso alto (>15 m)
	C – Legno morto in piedi	Almeno 3 tronchi/ha con DBH > 27,5 cm
	D – Legno morto a terra	Almeno 3 tronchi/ha con DBH > 27,5 cm
	E – Alberi vivi di grandi dimensioni	Almeno 5 piante/ha con DBH > 57,5 cm
	F – Alberi vivi con dendromicrohabitat	Almeno 8 piante/ha con microhabitat di almeno 4 categorie diverse
	G – ambienti aperti	Chiara o radura tra l'1 e il 5% della superficie indagata
Fattori di contesto	H – Continuità temporale della copertura forestale	Foresta persistente (sulla carta forestale dal 1936)
	I – Ambienti acquatici	Almeno 2 tipi (torrenti, stagni, piccoli corsi d'acqua...)
	J – Ambienti rocciosi	Almeno 2 tipi (muretti a secco, ghiaioni...)

IBP GESTIONE > 28

Assicurare il mantenimento degli elementi chiave.

IBP GESTIONE tra 14 e 28

Assicurare il mantenimento degli elementi chiave e attuare interventi puntuali per il miglioramento dei fattori carenti.

IBP GESTIONE < 14

POPOLAMENTO GIOVANE:
Assicurare il mantenimento degli alberi di più grandi dimensioni.

POPOLAMENTO ADULTO:
Attuare interventi per il miglioramento dei fattori carenti.

5. Schede riepilogative degli interventi per i 4 habitat target

Habitat 9260 – Boschi di <i>Castanea sativa</i>	
Obiettivo: produzione di legno di alta qualità e conservazione della biodiversità	
Trattamento	Intensità dell'intervento *Percentuali riferite all'area basimetrica oggetto dell'intervento
<p>Gli interventi, consistono nell'identificazione di alberi candidati da favorire attraverso un diradamento di tipo selettivo per piede d'albero o gruppi di alberi. Per ogni albero candidato, il numero di alberi da rimuovere può variare da 1 a 3.</p> <p>In particolare si suggerisce di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Individuare 100-200 alberi candidati/ha, o comunque non più di un quarto del numero totale di individui caratterizzati da buona vigoria e stabilità, con chiome ben formate, preferibilmente scelti tra gli individui di castagno (se presenti individui sani e vigorosi) o altre latifoglie, possibilmente con buona attitudine per la produzione di legname di alta qualità. • Assicurare la presenza di almeno 3 alberi/ha designati come alberi habitat o alberi habitat potenziali • Assicurare la presenza di almeno 5 alberi/ha destinati a crescita indefinita, al fine di garantire la diversità strutturale a lungo termine e il valore ecologico del popolamento. • Mantenere gli alberi dominati per favorire lo sviluppo di una struttura verticale irregolare, con l'obiettivo, nel tempo, di ottenere la presenza 2-3 categorie diametriche distinte all'interno del popolamento. • Prelevare progressivamente gli individui di buona qualità che hanno raggiunto il diametro di recidibilità, compreso tra 40 e 65 cm. • Valutare l'apertura di radure evitando la loro realizzazione in prossimità di individui appartenenti a specie aliene invasive (es. <i>Robinia pseudocacia</i>, <i>Ailanthus altissima</i>), al fine di prevenire il rischio di diffusione di queste specie. • Laddove presenti, conservare i castagni da frutto del vecchio ciclo • Prevedere (nei popolamenti adulti/maturi) l'abbattimento e il rilascio al suolo di 3 alberi/ha e la cercinatura di altri 3 alberi/ha, con un DBH minimo di 17,5 cm, con l'obiettivo di incrementare sia la quantità che la varietà di necromassa in diversi stadi di decomposizione, sia a terra che in piedi. 	<p style="text-align: center;">G > CE (17-22 m²/ha)</p> <p style="text-align: center;">20-30%*</p> <p>Ridurre l'area basimetrica in maniera graduale al fine di mantenere la stabilità bioecologica e fisica della foresta. Questo può tradursi nella pianificazione di interventi più frequenti caratterizzati da un'intensità inizialmente contenuta ma progressivamente crescente fino al raggiungimento della condizione di equilibrio.</p> <p style="text-align: center;">G ≤ CE (17-22 m²/ha)</p> <p>Pianificare gli interventi in modo da mantenere il capitale all'interno dell'intervallo raccomandato. Questo può significare anche rimandare l'intervento al turno successivo.</p>
Tempo di ritorno: compreso tra 10-15 anni. Nel caso di interventi di trasformazione di popolamenti regolari in popolamenti irregolari, valutare il tempo di ritorno di volta in volta.	

Habitat 9340 – Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*

Obiettivo: produzione di legna da ardere e di legno di alta qualità e conservazione della biodiversità

Trattamento

Gli interventi, consistono nell'identificazione di alberi candidati da favorire attraverso un **diradamento di tipo selettivo** per piede d'albero o gruppi di alberi. Per ogni albero candidato, il numero di alberi da rimuovere può variare da 1 a 3.

In particolare si suggerisce di:

- **Individuare 150–300 alberi candidati/ha**, o comunque non più di un terzo del numero totale di individui caratterizzati da buona vigoria e stabilità, con chiome ben formate, scelti in tutte le categorie diametriche presenti, tra gli individui di leccio e di altre latifoglie (dove presenti) e possibilmente con buona attitudine per la produzione di legname di alta qualità.
- Assicurare la presenza di **almeno 3 alberi/ha** designati come alberi habitat o alberi habitat potenziali
- Assicurare la presenza di **almeno 5 alberi/ha** destinati a crescita indefinita, al fine di garantire la diversità strutturale a lungo termine e il valore ecologico del popolamento.
- Mantenere gli alberi dominati per favorire lo sviluppo di una struttura verticale irregolare, con l'obiettivo, nel tempo, di ottenere la presenza **2–3 categorie diametriche** distinte all'interno del popolamento.
- Prelevare progressivamente gli individui di buona qualità che hanno raggiunto il **diametro di recidibilità** superiore a **30 cm**.
- Favorire la presenza di altre specie e l'innescio dei processi di rigenerazione naturale laddove esistano le condizioni adatte (vedi *criterio 4*).
- Nei popolamenti chiusi, prevedere l'apertura di chiarie di superficie limitata, tra 100 e 500 m².
- Prevedere (nei popolamenti adulti/maturi) l'**abbattimento e il rilascio al suolo di 3 alberi/ha** e la **cercinatura di altri 3 alberi/ha**, con un **DBH minimo di 17,5 cm**, con l'obiettivo di incrementare sia la quantità che la varietà di necromassa in diversi stadi di decomposizione, sia a terra che in piedi.

Intensità dell'intervento

*Percentuali riferite all'area basimetrica oggetto dell'intervento

G > CE (12-16 m²/ha)

15-25%*

Ridurre l'area basimetrica in maniera graduale al fine di mantenere la stabilità bioecologica e fisica della foresta. Questo può tradursi nella pianificazione di interventi più frequenti caratterizzati da un'intensità inizialmente contenuta ma progressivamente crescente fino al raggiungimento della condizione di equilibrio.

G ≤ CE (12-16 m²/ha)

Pianificare gli interventi in modo da mantenere il capitale all'interno dell'intervallo raccomandato. Questo può significare anche rimandare l'intervento al turno successivo.

Tempo di ritorno: compreso tra 7-15 anni. Nel caso di interventi di trasformazione di popolamenti regolari in popolamenti irregolari, valutare il tempo di ritorno di volta in volta.

Habitat 9330 – Foreste di *Quercus suber*

Obiettivo: produzione di sughero di qualità e conservazione della biodiversità

Trattamento

Nei popolamenti di sughera si possono distinguere due principali fasce diametriche sotto sughero: la prima, compresa tra 10 e 30 cm, include gli individui su cui è opportuno intervenire con diradamenti selettivi, individuali o a gruppi, mirati a favorirne il dimensionamento; la seconda fascia, tra 30 e 50 cm, comprende invece gli individui che si trovano nella fase di massimo potenziale produttivo.

Gli interventi, consistono nell'identificazione di alberi candidati da favorire attraverso un **diradamento di tipo selettivo** per piede d'albero o gruppi di alberi. Per ogni albero candidato, il numero di alberi da rimuovere può variare da 1 a 3.

In particolare si suggerisce di:

- **Individuare 150-300 alberi candidati/ha**, o comunque non più di un terzo del numero totale di individui. Gli alberi candidati, dovrebbero essere scelti tra gli individui di sughera aventi un diametro sotto sughera di almeno 10 cm. Dovrebbero inoltre essere individui vigorosi e stabili, con chiome ben formate e possibilmente con buona attitudine per la produzione di sughero di alta qualità.
- Assicurare la presenza di almeno **3 alberi/ha designati come alberi habitat** o alberi habitat potenziali
- Assicurare la presenza di almeno **5 alberi/ha destinati a crescita indefinita**, al fine di garantire la diversità strutturale a lungo termine e il valore ecologico del popolamento.
- Assicurare la presenza di **2-3 categorie diametriche** distinte all'interno del popolamento, puntando a una struttura in cui circa il 50% dell'area basimetrica sia rappresentata da piante appartenenti alla fascia produttiva (30-50 cm).
- Prelevare progressivamente gli individui che hanno raggiunto il **diametro di recidibilità** superiore a **60 cm** sopra sughero, che corrisponde orientativamente al momento in cui la produzione di sughero non è più economicamente conveniente.
- Modulare la composizione specifica del popolamento a favore della sughera, puntando a garantirne una presenza pari ad almeno il 60% in termini di numero di individui/ha. Allo stesso tempo, promuovere la presenza di altre specie con un ruolo secondario, in modo da aumentare il grado di mescolanza senza compromettere la dominanza della sughera.
- Effettuare interventi di riduzione dello **strato arbustivo** fino a raggiungere una **copertura intorno al 30%** eliminando le specie più infiammabili.
- Garantire il rilascio di una **copertura del tra il 60 e l'80%**, che costituisce la condizione ideale per l'entrata della luce necessaria all'innescio dei processi di rinnovazione naturale e alla sua affermazione e per migliorare la vitalità del bosco e la qualità degli alberi oggetto di raccolta del sughero.
- Prevedere (nei popolamenti adulti/maturi) l'abbattimento e il **rilascio al suolo di 3 alberi/ha** e la **cercinatura di altri 3 alberi/ha**, con un DBH minimo di 17,5 cm, con l'obiettivo di incrementare sia la quantità che la varietà di necromassa in diversi stadi di decomposizione, sia a terra che in piedi.

Intensità dell'intervento

*Percentuali riferite all'area basimetrica oggetto dell'intervento

G > CE (18-22 m²/ha) Popolamenti giovani

20-25%

Regolare la competizione tra gli individui e favorire gli alberi con migliore vitalità e attitudine alla produzione di sughero di qualità, promuovendone la crescita dimensionale, intervenendo a carico di quelli con scarsa potenzialità produttiva, come gli esemplari malformati o danneggiati.

Mantenere la copertura finale del popolamento tra il 60% e l'80%.

G > CE (18-22 m²/ha) Popolamenti adulti

15-20%

Regolare la competizione tra gli individui favorendo gli alberi con migliore vitalità e attitudine alla produzione di sughero di qualità a carico delle piante deperenti o con scarso potenziale produttivo. Rimuovere progressivamente gli alberi che hanno raggiunto il diametro di recidibilità di 60 cm sopra sughero. Promuovere la rinnovazione naturale e, laddove le condizioni non lo permettano, pianificare interventi a gruppi per incentivare la rinnovazione agamica come supporto a quella naturale.

G ≤ CE (18-22 m²/ha) copertura <60%

Pianificare gli interventi in modo da mantenere il capitale all'interno dell'intervallo raccomandato. Questo può significare anche rimandare l'intervento al turno successivo.

Tempo di ritorno: compreso tra 7-15 anni. Nel caso di interventi di trasformazione di popolamenti regolari in popolamenti irregolari, valutare il tempo di ritorno di volta in volta.

Habitat 9530* - Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici

Obiettivo: produzione di legno di alta qualità e conservazione della biodiversità

Trattamento

Gli interventi, consistono nell'identificazione di alberi candidati da favorire attraverso un **diradamento di tipo selettivo** per piede d'albero o gruppi di alberi. Per ogni albero candidato, il numero di alberi da rimuovere può variare da 1 a 3.

In particolare si suggerisce di:

- **Individuare circa 100 alberi candidati/ha**, con una distanza media di 10 metri tra loro. Gli alberi selezionati devono essere vigorosi e stabili (preferibilmente con un rapporto ipsodiametrico < 90), con una chioma profonda e simmetrica, anche appartenenti ad altre specie se presenti, e possibilmente devono avere potenziale per la produzione di legname di alta qualità.
- Assicurare la presenza di **almeno 3 alberi/ha** designati come alberi habitat o alberi habitat potenziali
- Assicurare la presenza di **almeno 5 alberi/ha** destinati a crescita indefinita, al fine di garantire la diversità strutturale a lungo termine e il valore ecologico del popolamento.
- Mantenere gli alberi dominati per favorire lo sviluppo di una struttura verticale irregolare, con l'obiettivo, nel tempo, di ottenere la presenza **2-3 categorie diametriche** distinte all'interno del popolamento.
- Prelevare progressivamente gli individui di buona qualità che hanno raggiunto il **diametro di recidibilità superiore a 50 cm**.
- Favorire la presenza di altre specie e l'insacco dei processi di rigenerazione naturale laddove esistano le condizioni adatte (vedi *criterio 4*).
- Nei popolamenti chiusi, prevedere l'apertura di chiarie di superficie massima di 1000 m².
- Prevedere (nei popolamenti adulti/maturi) l'**abbattimento e il rilascio al suolo di 3 alberi/ha** e la **cercinatura di altri 3 alberi/ha**, con un **DBH minimo di 17,5 cm**, con l'obiettivo di incrementare sia la quantità che la varietà di necromassa in diversi stadi di decomposizione, sia a terra che in piedi.

Intensità dell'intervento

*Percentuali riferite all'area basimetrica oggetto dell'intervento

**G > CE (20-30 m²/ha)
Hm/Dm < 80**

20-25%

Diminuire l'area basimetrica in maniera graduale per non destabilizzare il bosco. Questo può significare realizzare interventi di minore intensità con tempi di ritorno più brevi.

**G > CE e
Hm/Dm > 80**

15-20%

Diminuire l'area basimetrica con interventi cautelativi, di bassa intensità, mantenendo in bosco gli alberi più stabili anche se di scarso valore economico.

Se G ≤ CE

Pianificare gli interventi in modo da mantenere il capitale all'interno dell'intervallo raccomandato. Favorire lo sviluppo di alberi di alta qualità economica attraverso il diradamento selettivo.

Tempo di ritorno: compreso tra 10-15 anni. Nel caso di interventi di trasformazione di popolamenti regolari in popolamenti irregolari, valutare il tempo di ritorno di volta in volta.

6. Bibliografia

1. Pro Silva Principle, 2012. 68 pp.
2. Kraus D., Krumm F. (eds) 2013. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute. 284 pp.
3. Krumm F, Rigling A, Bollmann K, Brang P, Dürr C, Gessler A, Schuck A, Schulz-Marty T, Winkel G. 2020. Synthesis: improving biodiversity conservation in European managed forests needs pragmatic, courageous, and regionally-rooted management approaches. In: Krumm F, Schuck A, Rigling A (eds). How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf. Pp. 609–633.
4. Larsen, J.B., Angelstam, P., Bauhus, J., Carvalho, J.F., Diaci, J., Dobrowolska, D., Gazda, A., Gustafsson, L., Krumm, F., Knoke, T., Konczal, A., Kuuluvainen, T., Mason, B., Motta, R., Pötzelberger, E., Rigling, A., Schuck, A., 2022. Closer-to-Nature Forest Management. From Science to Policy 12. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs12>
5. Brussels, 27.7.2023 SWD (2023) 284 final - Guidelines on Closer-to-Nature Forest Management
6. Coello J, Piqué M, Beltrán M, Coll L, Palero N, Guitart L. 2022. Adaptive and close-to-nature management in mixed sub-humid Mediterranean forests: holm oak, chestnut, common oak and pine woods. Forest Science and Technology Centre of Catalonia, Solsona (Lleida, Spain); Forest Ownership Centre, Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona, Spain). 104 p.
7. FAO, 2022. Sustainable Forest Management. Sustainable forest management | FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations/. Accessed: 29/07/2024
8. EUR-Lex - 52020DC0380 - EN - EUR-Lex (europa.eu)
9. Brussels, 27.7.2023 SWD(2023) 284 final - Guidelines on Closer-to-Nature Forest Management
10. EUR-Lex - 52021DC0572 - EN - EUR-Lex (europa.eu)
11. Larsen, J.B., Angelstam, P., Bauhus, J., Carvalho, J.F., Diaci, J., Dobrowolska, D., Gazda, A., Gustafsson, L., Krumm, F., Knoke, T., Konczal, A., Kuuluvainen, T., Mason, B., Motta, R., Pötzelberger, E., Rigling, A., Schuck, A., 2022. Closer-to-Nature Forest
12. Pro Silva, 2012. Pro Silva Principles. <https://www.prosilva.org/close-to-nature-forestry/pro-silva-principles/>
13. Gustafsson, L. et al, 2020. Retention as an integrated biodiversity conservation approach for continuous-cover forestry in Europe. *Ambio*, 49, 85-97. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01190-1>
14. Alder DC, Poore A, Norrey J, Newson SE, Marsden SJ, 2021. Irregular silviculture positively influences multiple bat Species in a lowland temperate broadleaf woodland, *Forest Ecology and Management*, Volume 483, 118786, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118786>.
15. Kraus D., & Krumm F. (Eds) (2013). Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute; Krumm, F. et al. (Eds) (2020). How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute and Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research.
16. Mori P., Pelleri F. (eds), 2014. Silviculture for sporadic tree species. Extended summary of the technical manual for tree-oriented silviculture proposed by the LIFE+ project and PProSpOT. 34 pp.
17. Spathelf, P., Stanturf, J., Kleine, M. et al., 2018. Adaptive measures: integrating adaptive forest management and forest landscape restoration. *Annals of Forest Science* 75, 55. <https://doi.org/10.1007/s13595-018-0736-4>

18. Nabuurs G, Verkerk PJ, Schelhaas M, González Olabarria JR, Trasobares A, Cienciala E, 2018. Climate-Smart Forestry: mitigation impacts in three European regions. From Science to Policy 6. European Forest Institute.
19. Brussels, 27.7.2023 SWD(2023) 284 final - Guidelines on Closer-to-Nature Forest Management
20. Coello, Jaime & Garcia, Q & Baiges, Teresa. (2020). Protocol for standing timber quality assessment of valuable broadleaves.
21. UNAC - Mediterranean Forest Union, 2021. Cork Commercialization Guide. 2nd edition.
22. Vericat, P.; Beltrán, M.; Piqué, M.; Cervera, T. 2013. Models de gestió per als boscos de surera: producció de suro i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.
23. Giacanelli V., 2005. L'importanza dell'approccio fitosociologico nel risanamento ambientale. In: Onori L., Di Noi A., Siniscalco C. (eds.), La rinaturalizzazione e il risanamento dell'ambiente per la conservazione della Biodiversità. Rapporti APAT 63/2005
24. Kuuluvainen, T., Penttinen, A., Leinonen, K., & Nygren, M. (1996). Statistical opportunities for comparing stand structural heterogeneity in managed and primeval forests: An example from boreal spruce forest in southern Finland. *Silva Fennica*. <https://doi.org/10.14214/sf.a9243>
25. Rouvinen, S., & Kuuluvainen, T. (2005). Tree diameter distributions in natural and managed old Pinussylvestris-dominated forests. *Forest Ecology and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.11.021>
26. Larrieu L., Gonin P.: 2008 - L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. *Rev. For. Fr.* 06-2008, p. 727-748
27. Dong-June & Kim, Ji. (2011). Comparative evaluation of species diversity indices in the natural deciduous forest of Mt. Jeombong. *Forest Science and Technology*. 7. 10.1080/21580103.2011.573940.
28. Centre National de la Propriété Forestière (CNPf), 2021. Schéma régional de gestion sylvicole d'Occitanie. <https://www.calameo.com/books/0074117971004cbe0f363>
29. Dettori Sandro et al. (2002) Sughericoltura. Note Tecniche Ersat.
30. Bec, Raphaël & Baudriller-Cacaud, Haïmad & Brusten, Thomas & Fanget, Gisèle & Galinat, Florian & Guibal, Frédéric & Limousin, Jean-Marc. (2021). Le chêne vert : nouvelles approches de gestion en contexte méditerranéen.
31. Bettini, Gianni & Bianchetto, Elisa & Butti, Fabrizio & Cantiani, Paolo & Chiellini, Carolina & De Meo, Isabella & D'Errico, Giada & Fabiani, Arturo & Gardin, Lorenzo & Graziani, Anna & Landi, Silvia & Marchi, Maurizio & Mazza, Giuseppe & Mocali, Stefano & Montini, Piergiuseppe & Plutino, Manuela & Roversi, Pio & Elena, Salerni & Samaden, Stefano & Torrini, Giulia. (2016). IL DIRADAMENTO SELETTIVO Accrescere stabilità e biodiversità in boschi artificiali di pino nero.
32. Beltrán Barba, Mario & Vericat, Pau & Pique, Miriam & Cervera, Teresa. (2012). Models de gestió per als boscos de pinassa (Pinus nigra Arn.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST).
33. Farriol, Ricard & Beltrán Barba, Mario & Argemí, Josep & Bosch, Albert. (2014). Models de gestió per als boscos de castanyer. Aplicació pràctica de les ORGEST per a la producció de fusta i fruit en finques del Montseny.

7. Allegato 1: Buone pratiche ed esperienze di gestione forestale *Closer-to-nature* per gli habitat forestali target

In questa sezione presentiamo una raccolta di 19 esempi di buone pratiche che aderiscono ai principi di gestione forestale *Closer-to-nature* riportati all'inizio del documento, applicati e testati in diversi contesti forestali all'interno della Regione Biogeografica Mediterranea.

La selezione dei casi di studio è stata fatta tenendo conto dell'ambito geografico mediterraneo, delle formazioni forestali target (per quanto possibile correlate ai quattro habitat forestali target) e degli approcci applicati, che in alcuni casi possono non essere correlati agli habitat del progetto, ma descrivono tecniche che in generale possono essere applicate a diverse formazioni forestali.

Come già accennato nell'introduzione, alcune delle esperienze descritte non sono allineate in tutti i loro aspetti con i principi su cui si basa il progetto GoProForMED, ma possono contenere alcuni elementi ispiratori, motivo per cui sono state riportate integralmente.

Le versioni sintetiche sono riportate in questo allegato. Le buone pratiche sono incluse anche nel [database](#) del progetto LIFE GoProFor (LIFE17 IT/GIE/000561). Per ulteriori dettagli, si rimanda alla documentazione di riferimento.

I casi di studio sono descritti attenendosi il più possibile al seguente schema generale:

- Titolo della buona pratica (Paese - titolo)
- Riferimenti del progetto (Titolo, sintesi, link al sito web)
- Descrizione del contesto di applicazione della buona pratica (localizzazione geografica, contesto territoriale, forma di gestione tradizionale)
- Habitat o formazione forestale di riferimento
- Descrizione della buona pratica (obiettivi, pressioni/minacce, descrizione del caso di studio)
- Documentazione di riferimento per la descrizione della buona pratica

1. CASTAGNETI - habitat 9260 Boschi di Castanea sativa

1.1. Italia – Foresta dimostrativa di Pro Silva Italia: castagneti del Monte Amiata

Progetto: Foreste dimostrative di Pro Silva Italia

In sintesi: il progetto consiste in una selezione di foreste italiane ritenute particolarmente significative per esprimere l'approccio gestionale proposto da PRO SILVA, in situazioni anche molto diverse in termini stagionali, climatici ed economico sociali. Le foreste dimostrative finora individuate da Pro Silva Italia sono localizzate a Col de Joux (Val d'Aosta); Podere Seradino (Umbria); Bosco delle Sorti della Partecipanza (Piemonte); Foreste gestite dal Consorzio Forestale Alta Valle Susa (Piemonte); Castagneti del Monte Amiata (Toscana); Faggete del Monte Amiata (Toscana).

Website: <https://www.prosilva.it/foreste-dimostrative>

Localizzazione: Monte Amiata (Regione Toscana)

Contesto territoriale: il Monte Amiata è un'area di particolare importanza dal punto di vista forestale, situata in un contesto mediterraneo, a ridosso della zona costiera della Toscana, caratterizzata dalla presenza di un isolato rilievo vulcanico che raggiunge un'altitudine di 1738 m s.l.m. Il Monte Amiata è caratterizzato da tre diverse fasce di vegetazione: la parte basale è caratterizzata da substrato argilloso ricoperto da cedui di querce (prevalentemente cerri e carpini) con sporadiche specie arboree. Nella fascia media i fondali trachitici (da 700 a 1000 m s.l.m.) sono ricoperti da boschi di castagno, prevalentemente cedui nel versante orientale e da semenzaio nel versante occidentale. Oltre i 1000 m fino alla sommità del monte prevalgono le faggete. Nella fascia intermedia tra castagno e faggio sono stati effettuati numerosi rimboschimenti di conifere (pino, abete rosso, abete e larice).

Forma di gestione tradizionale: palina a ceduo. La gestione tradizionale dei cedui di castagno prevedeva un turno di 24 anni, con un diradamento a 12-15 anni e il rilascio di 60 matricine per ettaro. Recentemente, nel 2003, le nuove norme per la Regione Toscana hanno ridotto il numero di matricine a 30 per ettaro. Generalmente questi cedui sono gestiti con diradamenti frequenti e dal basso, applicando l'approccio selvicolturale di popolamento.

Habitat o formazione forestale target: castagneti

Obiettivi: dimostrare, attraverso un esempio concreto, l'applicabilità anche alle realtà appenniniche dei principi di Pro Silva e di metodologie di trattamento dei cedui di castagno che permettano una migliore valorizzazione delle qualità naturalistiche e produttive dei cedui di castagno.

Pressioni/minacce: Nel recente passato, l'intensa attività mineraria svolta nell'area ha interferito con le condizioni delle foreste. A seguito del declino della coltivazione del castagneto da frutto, iniziato intorno al 1950 e causato da fitopatie e abbandono dell'area rurale, la maggior parte dei castagneti da frutto è stata convertita a ceduo. Questa attività era economicamente sostenibile grazie alla forte richiesta di paleria necessaria per le attività minerarie. La presenza delle miniere di mercurio ha consentito di mantenere la popolazione rurale nell'area e di assorbire l'assortimento ottenuto dai cedui.

Successivamente, la crisi dell'attività estrattiva ha determinato l'interruzione della ceduzione e l'avvio di nuove politiche forestali orientate alla conservazione del bosco e alla valorizzazione dei prodotti legnosi attraverso una gestione basata sull'allungamento del turno e l'applicazione di diradamenti.

Descrizione del caso studio: la foresta dimostrativa dei "Castagneti del Monte Amiata" è stata istituita come esempio di interventi selvicolturali effettuati utilizzando un approccio coerente con i principi di Pro Silva.

All'interno dei boschi dimostrativi Amiata, sono stati definiti due diversi modelli selvicolturali:

- a) cedui con turno di 30 anni sottoposti 3-5 diradamenti;
- b) cedui con turno di 50 anni sottoposti a 5-8 diradamenti.

Il piano attuale ha previsto un tratto forestale di 93 ha per i castagneti cedui a turno lungo (turno di 50). Per quanto riguarda il rilascio di alberi ad accrescimento indefinito e/o di alberi morti in foresta vengono seguite le indicazioni previste dal Regolamento Forestale della Regione Toscana.

Nel 2008, in località Sant'Antonio in un ceduo di castagno di 11 anni, sono stati confrontati gli approcci di selvicoltura di popolamento (SS), selvicoltura d'albero (TS) e controllo (C). Nell'approccio ad albero (TS), sono stati applicati diradamenti dall'alto intorno a un numero ristretto di alberi target (100 per ettaro), preservando la parte restante del popolamento.

Nel 2017, dopo 2 diradamenti effettuati con l'opzione SS e 3 diradamenti con l'opzione TS, gli alberi target selezionati con la selvicoltura ad albero (TS) presentavano una crescita maggiore rispetto agli alberi target selezionati con gli stessi criteri nelle parcelle gestite con l'approccio della selvicoltura di popolamento e in quella di controllo.

Nel 2017 gli alberi target avevano raggiunto un diametro medio di 22,1 cm, 16,2 cm e 14,4 cm rispettivamente nelle parcelle TS, SS e C. Questa maggiore crescita consente di ridurre il tempo necessario per ottenere assortimenti di pregio di grandi dimensioni.

Inoltre, la qualità del fusto degli alberi target gestiti con TS sembra maggiore rispetto agli alberi target delle parcelle gestite con le altre opzioni selvicolturali.

L'approccio ad albero (TS), con diradamenti dall'alto intorno a un numero ristretto di alberi target (100/ha), preservando il resto del popolamento è stato l'approccio migliore. L'intervento selvicolturale dimostrato pur prevedendo la ceduzione di parte del soprassuolo consente il mantenimento di una copertura continua per lunghi periodi e pertanto della fertilità del suolo. Non sono state però riportate indicazioni al riguardo del rilascio di alberi ad accrescimento indefinito né di legno morto. L'intervento selvicolturale dimostrato pur prevedendo la ceduzione di parte del soprassuolo, consente il mantenimento di una copertura continua per lunghi periodi e di garantire il suo conseguimento in tempi brevissimi (una o due stagioni vegetative) rispetto al turno (30-50 anni). Attraverso l'allungamento del turno e l'articolazione della struttura verticale e della tessitura, e grazie all'effetto incrementale osservato implica sia un effetto positivo sull'assorbimento carbonio sia una maggiore produzione di lettiera e, quindi svolge un effetto benefico anche nei confronti del suolo e della sua biodiversità. La rinnovazione naturale non è stata tra gli obiettivi attuali dell'intervento, ma si presume che tale intervento possa consentire in futuro la rinnovazione naturale per via gamica del bosco.

Documento di riferimento: Le foreste dimostrative di PRO SILVA ITALIA. Scheda 05, Castagneti del Monte Amiata

1.2. Italia - Linee guida per la selvicoltura dei cedui di castagno

Progetto: Piano della Rete Rurale Nazionale (2014-2022).

In sintesi: il Piano RRN ha previsto una “scheda attività” interamente dedicata alla materia forestale (Scheda n. 22 - Foreste); nello specifico, con la sotto scheda Foreste 22.2.1 - Miglioramento sostenibile delle produzioni forestali nazionali, sono state realizzate azioni di confronto tra i principali portatori di interesse (attraverso Focus Group e Workshop tematici) e di trasferimento della conoscenza e dell’innovazione. Il documento qui descritto si inserisce in questo contesto e fornisce linee guida, prevalentemente di natura tecnica applicativa, di rapida e semplice consultazione, rivolte a tutti coloro che operano nel settore selvicolturale e dello sviluppo rurale con particolare attenzione ai principali portatori di interesse del settore e della filiera.

Sito web: PROGRAMMA RETE RURALE NAZIONALE 2014-2022

Localizzazione: territorio italiano

Contesto territoriale: le principali regioni castanicole italiane (ovvero: Piemonte, Toscana, Liguria, Lombardia, Calabria, Campania, Emilia Romagna, Lazio).

Forma di gestione tradizionale: in Italia oltre i 2/3 dei boschi di castagno (605.868 ha) sono cedui o fustaie attribuiti alla sottocategoria forestale castagneti da legno e solo il 19% sono formazioni incluse in quella denominata castagneto da frutto e selva castanile. Il 94% della superficie è disponibile per il prelievo legnoso e nell’81% dei casi non sussiste alcun vincolo naturalistico. La maggior parte dei castagneti italiani (91%) è concentrata in poche regioni. La produzione di legno è generalmente la funzione prevalente, eccetto in Campania dove, al contrario, il 67% dei castagneti è finalizzato alla produzione di frutto.

Habitat o formazione forestale target: cedui di castagno

Obiettivi: definire linee guida per promuovere la valorizzazione e anche una nuova selvicoltura dei cedui di castagno, attraverso approcci selvicolturali idonei ad aumentare e diversificare la produzione legnosa, migliorare la stabilità e la funzionalità ecologica dei popolamenti, ridurre i costi ambientali e sociali derivanti dall’importazione di legname, promuovere un’azione importante di stoccaggio del carbonio.

Pressioni/minacce: progressivo e diffuso abbandono delle cure colturali nei castagneti da frutto, conversione a ceduo di vaste aree e, in vari casi, anche la sostituzione del castagno con specie esotiche e a rapido accrescimento. L’elevato accumulo di biomassa, e soprattutto necromassa, rappresenta un fattore che contribuisce ad aumentare il carico di combustibile e quindi la predisposizione agli incendi. I cedui di castagno risultano infatti una delle formazioni forestali interessate dagli incendi in modo per niente marginale, rappresentando circa il 10-20% degli incendi che hanno colpito i boschi italiani dal 2006 al 2011. La realizzazione di diradamenti tardivi o i tagli di “avviamento ad alto fusto” non inducono apprezzabili miglioramenti da un punto di vista produttivo. I principali punti di debolezza per una selvicoltura di qualità sono

legati a caratteristiche della specie quali la suscettibilità ai patogeni, la tendenza alla cipollatura e la sensibilità al cambiamento climatico. Altro fattore limitante è l'attuale struttura della proprietà (eccessivamente frammentata e organizzata su piccole superfici, caratterizzata da uniformità di gestione) e della filiera (le imprese di trasformazione sono per lo più di tipo familiare, con un basso tasso di imprenditorialità e un grado di meccanizzazione non adeguato).

Descrizione del caso studio:

Trattamento a ceduo semplice senza rilascio di matricine valido per tutti i turni del ceduo.

- **Modalità di taglio:** creare una forma arrotondata e a cupola della ceppaia per evitare ristagni di acqua e favorire l'emissione di polloni nella parte bassa del taglio
- **Epoca del taglio:** Per quanto riguarda l'epoca di taglio, è stato dimostrato che, almeno nelle regioni meridionali, è possibile ceduire in qualunque periodo dell'anno poiché ciò non compromette la vitalità e lo sviluppo delle ceppaie. Molta attenzione va comunque posta durante la fase di esbosco che, nel caso di ceduzioni effettuate durante il periodo vegetativo, deve essere tempestiva per non danneggiare i giovani ricacci. Un'altra interessante ricerca ha dimostrato che esiste un'influenza della fase lunare presente al momento dell'abbattimento sulle proprietà del legno; in particolare nella fase di luna calante si accentua la tendenza alla perdita di acqua e al ritiro radiale.
- **Estensione delle tagliate** - contenere la dimensione della tagliata entro 5 ha di superficie contigua; in terreni con pendenze elevate i danni da erosione per scorrimento superficiale delle acque meteoriche risultano particolarmente nocivi soprattutto nei primi 2-3 anni del turno, ovvero il tempo necessario alla ricostituzione della copertura.
- **Diversità specifica della componente arborea** - la scelta se preservare specie di pregio diverse dal castagno dovrebbe essere effettuata in funzione dell'obiettivo selvicolturale e della lunghezza del turno. Nel caso in cui l'obiettivo selvicolturale sia la produzione legnosa di qualità e il turno sia superiore a quello consuetudinario, sembra buona norma rilasciare circa 20 alberi ad ettaro, preferibilmente da seme, di buona conformazione, scelti tra le specie con legname di qualità e in grado di sopportare l'isolamento. Tale norma non rappresenta di fatto un surrogato della matricinatura in quanto si tratta di specie con ritmi di accrescimento decisamente più lenti rispetto a quelli dei polloni di castagno.

Nel caso in cui sussista l'obbligo di rilascio delle matricine, sarebbe assolutamente necessario definire, oltre al numero minimo, anche il numero massimo. In linea generale il loro numero dovrebbe essere inversamente proporzionale alla lunghezza del turno e non si dovrebbero superare 50 unità ad ettaro. Le matricine dovrebbero essere scelte tra le altre specie eventualmente presenti o, nel caso di cedui puri, seguire il criterio della distribuzione a gruppi (5-6 gruppi ad ettaro costituiti da polloni di età uguale a quella del ceduo, in numero proporzionale alla superficie occupata che non dovrebbe eccedere 200 m²).

- **Benefici:** la presenza di matricine, limitando lo spazio a disposizione delle ceppaie, incide sullo sviluppo e l'accrescimento dei giovani polloni e si riflette negativamente sulla produttività del ceduo. I principali effetti positivi, statisticamente significativi, riscontrati in un ceduo semplice a 10 anni dalla ceduzione sono:
 - una minore mortalità dei polloni;
 - un maggiore accrescimento diametrico;
 - una maggiore copertura del terreno;
 - un aumento della vigoria delle ceppaie.

Tali effetti si attenuano con l'età anche se le differenze sono ancora evidenti a 20 anni. Nel caso di turni medio-lunghi la presenza delle matricine, le cui chiome possono raggiungere anche 60-70 m² in cedui di 50 anni, è ancora più dannosa in quanto incide negativamente sulla vitalità delle ceppaie con conseguenze sul ciclo successivo per lo scarso numero di ceppaie residue.

Gestione dei cedui a turno medio e lungo

L'allungamento del turno accompagnato dall'applicazione di adeguate norme colturali è la pratica principale per valorizzare le potenzialità economiche ed ambientali della specie, aumentare la quantità dei prodotti e migliorare la qualità degli assortimenti.

a) **Selvicoltura di popolamento:** si applica quando l'obiettivo selvicolturale è la valorizzazione del soprassuolo nel suo complesso.

- **Età del primo diradamento:** 10 e 15 anni in funzione della lunghezza del turno, della fertilità del soprassuolo, della situazione del mercato locale del legno.
- **Lunghezza del turno:** 30 e 50 anni in funzione delle potenzialità della stazione, dell'incidenza delle fitopatie, dell'obiettivo selvicolturale e della qualità dei prodotti che si vuole ottenere a fine ciclo colturale.
- **Regime dei diradamenti** tale da mantenere costante nel tempo un piano dominante equilibrato e funzionale, con individui di buone caratteristiche morfologiche e accrescimenti regolari e sostenuti. La regolarità dell'accrescimento è infatti uno dei requisiti necessari per ridurre l'incidenza del difetto di cipollatura nel legno di castagno.
 - Frequenza dei diradamenti: ogni 7 anni, previa verifica dei valori di altezza dominante di riferimento e del recupero della massa asportata.
 - Intensità degli interventi dal 25 al 35% dell'area basimetrica.
 - Tipo di diradamento dal basso o misto.

A causa dell'alto grado di colturalità richiesta, i parametri di riferimento per l'applicazione pratica di tali modelli devono essere:

- buona e ottima fertilità stazionale, espressa dai valori di altezza dominante, che permette di valorizzare al massimo la capacità produttiva della stazione, sfruttando l'elevato dinamismo e la forte reattività della specie agli interventi selvicolturali;
- congruo numero di ceppaie. La scarsa densità delle ceppaie (generalmente derivata dalla recente conversione a ceduo di castagneti da frutto) è indice di una struttura spaziale non uniforme caratterizzata da una forte competizione interindividuale per l'elevato numero di polloni sulla ceppaia. Questo può determinare difetti morfologici del fusto, come sciabolature e fusti contorti che contribuiscono a ridurre il valore del legname, e chiome asimmetriche, una delle cause di irregolarità nell'accrescimento radiale. In definitiva la scarsa densità di ceppaie limita qualsiasi intervento di diradamento finalizzato a migliorare e incrementare la qualità del legno.
- Accessibilità e viabilità sufficiente per consentire le operazioni di taglio, esbosco e allestimento all'imposto senza danneggiare i polloni rilasciati.

b) **Selvicoltura d'albero:** l'obiettivo è produrre legname di buona e ottima qualità con turni medio-lunghi e modalità selvicolturali tali da massimizzare la resa in rapporto agli investimenti.

Quando utilizzarla nei cedui di castagno:

- dove non è presente un mercato della paleria di piccole dimensioni. Il tipo di diradamento previsto permette infatti di ottenere assortimenti di dimensioni maggiori già al primo intervento;
- quando si vogliono ottenere fusti di ottima forma e di dimensioni maggiori in tempi più brevi rispetto alla selvicoltura di popolamento;
- nel caso di soprassuoli in cui siano presenti anche altre specie arboree di pregio che necessitano di interventi localizzati per ridurre la competizione esercitata dai polloni di castagno.

I criteri selvicolturali da seguire:

- Selezione precoce, a circa 10 anni di età, di 80-100 alberi obiettivo ad ettaro. Il numero degli alberi obiettivo da rilasciare dipende dalle caratteristiche stazionali, dai rischi fitosanitari, dall'obiettivo culturale della proprietà, dalla lunghezza del turno. In quest'ultimo caso andranno considerate sia le necessità di spazio per l'accrescimento libero dei soggetti selezionati, sia i danni da agenti biotici e abiotici tendenzialmente proporzionali alla lunghezza del turno, che potranno colpire gli alberi obiettivo.
- Allungamento del turno (da 30 a 50 anni). Anche la lunghezza del turno dipende dalle potenzialità della stazione, dall'incidenza delle fitopatie e dalla qualità dei prodotti che si vuole ottenere a fine ciclo culturale.
- Regime dei diradamenti contraddistinto dall'isolamento progressivo delle chiome attraverso interventi precoci, frequenti, di media intensità, dall'alto.
 - Il primo diradamento dovrebbe essere eseguito a circa 10 anni, con valori di altezza dominante superiori a 10 m, quando è già ben evidente la differenza sociale degli individui.
 - La chioma dovrebbe sempre essere lasciata libera di crescere in modo regolare e simmetrico senza subire processi di competizione. In generale gli interventi dovranno essere frequenti in fase giovanile e più distanziati con l'aumentare dell'età. È infatti necessario rilasciare uno spazio libero (détourage) di circa 2 m per consentire alla chioma di svilupparsi liberamente per un periodo di almeno 3-5 anni.
 - L'intensità degli interventi dipende dalla densità delle ceppaie e dei polloni prossimi agli alberi obiettivo; in linea generale si riduce con l'età e non dovrebbe superare il 20-30% del numero di piante.
 - Il diradamento è di tipo alto; di conseguenza gli assortimenti sono di dimensioni mediamente maggiori rispetto a quelli ricavabili con la selvicoltura di popolamento. Questo aspetto risulta particolarmente importante per la valutazione della sostenibilità economica dei primi diradamenti.
- Potatura verde da eseguirsi, se necessario, l'anno successivo al diradamento al fine di evitare nodi cadenti nel prodotto finale. Generalmente i rami epicormici, se emessi, dovrebbero sparire nel giro di 2-3 anni in quanto le dimensioni delle chiome garantiscono l'ombreggiamento del fusto ma, nel caso persistano, occorre eseguire interventi di potatura sulle piante obiettivo.

Necessità: applicabile solo in aree caratterizzate da **buona accessibilità e fertilità stazionale**, ma soprattutto in presenza di **personale tecnico formato** per evitare danni agli alberi obiettivo durante le operazioni di taglio ed esbosco. Occorre **monitorare l'accrescimento delle chiome** per evitare che si instaurino fenomeni competitivi con i polloni limitrofi. In ultimo è opportuno segnalare i possibili fattori di incertezza che riguardano la presenza della fauna selvatica spesso attratta da piante isolate che danneggia per sfregamento o morso della corteccia.

Da ceduo puro a bosco misto

Il cambiamento della forma di trattamento può essere preso in considerazione per recuperare sistemi improduttivi, instabili e di scarso valore ambientale ubicati in aree ecologicamente marginali per il castagno e per migliorare l'uso delle risorse in sistemi efficienti, dove le dinamiche della rinnovazione naturale fanno intravedere la possibilità di una gestione non limitata alla sola valorizzazione del castagno. La finalità è incrementare la mescolanza attraverso l'applicazione di interventi selvicolturali che facilitino la trasformazione in bosco misto. Nelle strutture derivate il castagno potrà avere un ruolo più o meno importante in funzione delle caratteristiche stazionali e dell'obiettivo selvicolturale.

Nelle aree ecologicamente marginali per il castagno l'introduzione di altre specie o, se presenti, la loro valorizzazione, rappresenta una pratica colturale idonea al recupero produttivo e ambientale dei soprassuoli. Pratiche utili possono essere:

- la creazione di buche per favorire l'ingresso spontaneo di altre specie nel caso vi siano boschi con differente composizione specifica nelle immediate vicinanze, ponendo però attenzione alla presenza di specie indesiderate, come ad esempio l'ailanto (*Ailanthus altissima*) o la robinia (*Robinia pseudoacacia*)
- l'eventuale sottopiantagione di specie di pregio o portasemi tolleranti l'ombreggiamento (ad esempio faggio e abete bianco alle quote superiori e specie tipiche del querceto, quali rosacee, acero e frassino, a quelle inferiori);
- l'esecuzione di diradamenti diffusi allo scopo di liberare la rinnovazione presente o localizzati per favorire l'accrescimento e la fruttificazione di singole piante di elevato valore ecologico o economico;
- la ceduzione del soprassuolo.

In condizioni di idoneità ecologica per il castagno ma dove sono presenti specie arboree di pregio è possibile utilizzare i metodi selvicolturali descritti precedentemente: selvicoltura di popolamento e selvicoltura d'albero.

- I criteri della **selvicoltura d'albero** possono essere applicati principalmente quando all'interno del ceduo sono presenti specie arboree diverse dal castagno di discrete dimensioni diametriche e di buona conformazione. L'obiettivo, soprattutto nel caso di specie di pregio, è duplice: i) incrementare la diversità del ceduo; ii) diversificare e valorizzare la qualità dei prodotti legnosi. Lo strumento è la realizzazione di interventi di diradamento che, isolando le chiome, potenziano l'accrescimento diametrico e favoriscono la produzione di seme.
- I criteri della **selvicoltura di popolamento** possono invece essere utilizzati nel caso in cui la rinnovazione naturale da seme di specie diverse dal castagno sia sottocopertura e ancora giovane. Nel breve e medio periodo l'obiettivo sarà limitato ad assicurare una crescita equilibrata delle specie che si vuole favorire. I diradamenti saranno di tipo selettivo, a carico del piano superiore del soprassuolo e finalizzati alla riduzione della densità e della copertura.

Documento di riferimento: Manetti M. C., Becagli C., Carbone F., Corona P., Giannini T., Romano R., Pelleri F. 2017 - Linee guida per la selvicoltura dei cedui di castagno. CREA, Ed. Roma: 48 p.

1.3. Spagna (Catalogna) – Gestione adattativa e close-to-nature in popolamenti di castagno

Progetto: LIFE MIXFORCHANGE (LIFE15 CCA/ES/000060) - Strategie di gestione innovative per l'adattamento delle foreste miste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici

In sintesi: L'obiettivo principale del progetto è contribuire all'adattamento e alla maggiore resilienza delle foreste miste subumide mediterranee ai cambiamenti climatici, favorendo la loro conservazione e il mantenimento delle loro funzioni produttive, ambientali e sociali. In particolare, il progetto mira a: i) sviluppare e implementare tecniche di gestione forestale innovative, che consentano alle foreste di adattarsi ai cambiamenti climatici e di migliorare il valore ecologico ed economico nel medio termine; ii) sviluppare nuovi strumenti per integrare l'adattamento delle foreste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici nelle politiche e nelle leggi sulla gestione forestale; iii) sviluppare nuovi strumenti per rafforzare l'economia legata ai prodotti forniti da queste foreste, prevenendo o invertendo il loro abbandono; iv) trasferire gli strumenti e le tecniche sviluppate e i risultati ottenuti tenendo conto dei principali stakeholder (proprietari di foreste, personale tecnico e pubblica amministrazione) a livello regionale, nazionale ed europeo, e sensibilizzare la società sulla sfida dell'adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici.

Sito web: www.mixforchange.eu

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: le attività del progetto sono state realizzate in 197 ettari di foresta mista del Mediterraneo subumido catalano, in quattro aree geografiche del nord-est della Spagna. Le quattro aree in cui sono stati localizzati gli stand dimostrativi pilota sono:

- Montnegre-Corredor: Condizioni litoranee di bassa montagna (altitudine massima 760 m, distanza dal mare <10 km), temperature calde e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi, densamente popolati. Substrati silicei.
- Montseny: Condizioni pre-litoranee di alta montagna (altitudine massima 1700 m, distanza dal mare 20-40 km), temperature invernali basse e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi. Substrati silicei.
- Bellmunt-Collsabra: condizioni di montagna mediterranea continentale (altitudine massima 1300 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendii elevati. Substrati silicei e calcarei.
- Ripollès: Condizioni di montagna mediterranea continentale, in transizione verso l'eurosiberiano dai Pirenei (altitudine massima 1500 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendenze elevate. Substrati silicei e calcarei.

Forma di gestione tradizionale: gestione forestale convenzionale o nessun intervento selvicolturale negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di utilizzo piuttosto intenso.

Habitat o formazione forestale target: 15 demonstrative chestnut stands have been intervened, some 46 ha in total.

Obiettivi: l'obiettivo generale degli interventi è quello di promuovere la resistenza e la resilienza dei popolamenti di fronte ai principali impatti dei cambiamenti climatici, in modo compatibile con la sostenibilità economica ed ecologica nel medio e lungo periodo. In

particolare, la gestione dei soprassuoli di castagno è incentrata sull'accompagnamento del cambiamento di dominanza a favore di altre specie di latifoglie già presenti (querchia, leccio, frassino, ciliegio...) a seconda del sito, sia come singoli alberi che come gruppi di rigenerazione.

Pressioni/minacce: Le foreste mediterranee subumide di grande interesse ambientale, produttivo e sociale sono soggette a minacce che mettono a rischio la fornitura di molti di questi servizi ecosistemici. Sebbene i popolamenti siano, in generale, misti e presentino un certo grado di stratificazione, la forma di gestione prevalente li ha progressivamente portati a un certo punto di semplificazione strutturale e delle specie. I popolamenti di castagno sono in larga parte cedui, che tendono a presentare una bassa vigoria. La principale minaccia rappresentata dai cambiamenti climatici in questo contesto è l'aumento dell'intensità della siccità e degli incendi boschivi. Molte delle specie presenti (tra cui frassino, acero, castagno e alcune querce) sono scarsamente adattate a questi disturbi, il che le rende particolarmente vulnerabili.

La maggior parte dei castagneti in Catalogna è stata piantata nella prima metà del XX secolo per produrre legno. Attualmente, molti di questi popolamenti sono abbandonati e in pessimo stato di salute, generalmente a causa dell'incidenza della peronospora del castagno (*Cryphonectria parasitica*) e del mancato adattamento alle attuali condizioni del sito.

Descrizione del caso studio: questo approccio gestionale fa sì che i popolamenti di castagno avanzino verso una struttura verticalmente e orizzontalmente eterogenea, con una tendenza alla regolarizzazione e alla capitalizzazione (dove il cambio di specie è a favore della quercia) o all'irregolarizzazione (cambio a favore del leccio). Per quanto possibile, vengono incoraggiati gli individui di latifoglie e le specie con maggiore potenziale di produzione di legname pregiato, a condizione che mostrino un'elevata vigoria. Grazie alla selvicoltura innovativa, il soprassuolo si configura come un ceduo matricinato misto, con una struttura regolarizzata o irregolarizzata a seconda delle specie dominanti nel medio termine. La struttura è principalmente pluristratificata: castagni dominanti se vitali e alberi di altre specie già presenti, strato intermedio a gruppi, rigenerazione di latifoglie di accompagnamento e di castagno. Gli interventi considerati nei popolamenti dimostrativi di castagno comprendono:

Diradamento: il primo passo consiste nella selezione degli alberi destinati alla produzione futura (circa 100-200 alberi/ha, al massimo 1/4 della densità totale), includendo principalmente latifoglie di pregio vitali e di buona conformazione (compreso il castagno, se vitale) preferibilmente appartenenti alla classe diametrica 15 o superiore, nonché individui importanti per la conservazione della biodiversità (specie sottorappresentate, alberi con microhabitat rilevanti, alberi da seme e produttori di frutti). Inoltre, è possibile prevedere occasionalmente il rilascio e la potatura degli alberi di latifoglie pregiate che non raggiungono il diametro desiderato, purché mostrino vigore e abbiano tronchi robusti e ben conformati. Il diradamento selettivo regola la competizione a cui sono sottoposti gli alberi destinati alla produzione futura, eliminando i principali concorrenti a livello della chioma. Il numero di individui da eliminare per ogni albero destinato alla produzione futura determina l'intensità del diradamento: come punto di riferimento, si abbattano tra 1 e 2 concorrenti, riducendo tale numero se si selezionano più alberi destinati alla produzione futura o se la loro chioma è compressa. Indicativamente, l'area basimetrica estratta non dovrebbe superare il 25-30%. Gli alberi abbattuti possono essere estratti o lasciati sul suolo, a seconda del loro valore. Un'alternativa consiste nel cercinare gli alberi concorrenti anziché abbatterli, per consentire un'esposizione alla luce graduale agli alberi selezionati. Gli individui vicini agli alberi destinati alla produzione, ma non identificati come concorrenti di chioma, vengono mantenuti, creando uno strato di servizio che aiuta la configurazione corretta dell'albero selezionato e impedisce la

formazione di germogli epicormici. Nei soprassuoli o nelle parti di soprassuolo che divergono dalle condizioni ottimali per l'applicazione della silvicoltura MixForChange (struttura semplificata, densità molto alta e/o scarsa stratificazione, abbondante rigenerazione coetanea), si può prendere in considerazione il diradamento sistematico, senza tenere conto delle caratteristiche individuali.

Selezione dei polloni (taglio dei ricacci): intervento utilizzato per regolare la competizione a livello di albero, applicato su ceppaie con molti polloni per concentrare la crescita su quelli meglio sviluppati e posizionati. Di solito si lascia 1 o 2 polloni per ceppaia, anche se nei castagni se ne possono lasciare da 1 a 4 indipendentemente dalla densità (meno polloni quanto più grandi sono le loro dimensioni). Su queste ceppaie di castagno, di solito si considerano solo i polloni vivi adulti (DBH > 7,5 cm), lasciando i polloni morti, o vivi e di piccole dimensioni. A livello di soprassuolo, la selezione dei polloni riduce anche la competizione e migliora la vitalità.

Pulizia selettiva del sottobosco: eliminazione parziale della vegetazione dello strato sottobosco, basata su una priorità stabilita in base all'altezza, alla specie o alla vitalità. Facoltativamente, si può stabilire un limite massimo di copertura arbustiva da mantenere per ridurre la vulnerabilità complessiva agli incendi boschivi. Nei popolamenti di castagno a copertura totale il sottobosco tende a essere scarso, per cui le operazioni di taglio si limitano a facilitare l'accesso e a promuovere le specie arboree o arbustive desiderate, per il loro interesse economico o ecologico.

Ringiovanimento: taglio a raso di individui mal conformati di specie di latifoglie pregiate per stimolare la formazione di un nuovo pollone, che possa svilupparsi in forma migliore. L'individuo da ringiovanire è solitamente giovane e deve mostrare capacità di ricaccio e condizioni favorevoli nel micro-sito. Gli individui tagliati durante il ringiovanimento possono essere estratti o lasciati al suolo in base al loro valore commerciale.

Piantagione: rinnovazione artificiale di aree con scarsa copertura arborea e rigenerazione nulla o insufficiente. Si pianta una grande varietà di specie, con densità tra 10 e 250 alberi/ha, sfruttando i micro-siti più favorevoli e applicando tecniche di impianto complementari, come protezioni individuali o ammendanti del suolo, per aumentare il successo.

Martellata: la martellata viene effettuata in una parte del popolamento in modo dimostrativo (area di formazione), dove le squadre che eseguono gli interventi sono accompagnate e formate.

I costi totali sono compresi tra 1.850 e 4.200 €/ha.

Documento di riferimento: Coello J, Piqué M, Beltrán M, Coll L, Palero N, Guitart L. 2022. Adaptive and close-to-nature management in mixed sub-humid Mediterranean forests: holm oak, chestnut, common oak and pine woods. Forest Science and Technology Centre of Catalogna, Solsona (Lleida, Spain); Forest Ownership Centre, Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona, Spain). 104 p. (Lingua: Inglese)

2. SUGHERETE - Habitat 9330 Foreste di Quercus suber

2.1. Spagna (Catalogna) - Misure di gestione innovative per aumentare la resilienza delle querce da sughero agli incendi boschivi

Progetto: LIFE+ SUBER (LIFE13 ENV/ES/000255) - Gestione integrata per un migliore adattamento delle foreste di querce da sughero ai cambiamenti climatici

In sintesi: Le sugherete, sono un elemento caratteristico del paesaggio mediterraneo, e la loro funzione produttiva, ambientale e socioculturale sono di grande interesse. Questo sistema al momento si trova in condizioni di alta vulnerabilità. Infatti l'area del mediterraneo è una delle più critiche dal punto di vista del cambiamento climatico. Scopo principale del progetto è di migliorare le capacità di adattamento delle sugherete al cambio climatico, favorendo la loro conservazione e il mantenimento della catena del valore legata alla produzione del sughero attraverso i seguenti punti:

- migliorare la vitalità delle sugherete e la loro resistenza alla siccità incrementando allo stesso tempo la produzione di sughero;
- aumentare la resilienza al cambiamento climatico delle sugherete degradate;
- migliorare la struttura delle sugherete per aumentare la loro resistenza/resilienza agli incendi forestali;
- ridurre i danni causati dal *Coraebus undatus* utilizzando metodi biorazionali;
- sviluppare strumenti di gestione e promuovere l'integrazione dell'adattamento al cambiamento climatico nelle politiche di gestione

Sito web: www.lifesuber.eu

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: In Catalogna le sugherete occupano circa 69.000 ha della superficie territoriale. All'interno di quest'area, il progetto LIFE+ Suber ha interessato 4 zone diverse per caratteristiche ecologiche che rappresentano la diversità delle condizioni ambientali delle sugherete catalane:

- Alt Empordà: è una comarca della Catalogna che si trova nella provincia di Girona, nella parte nord-orientale della regione catalana. Il clima fresco e mediamente piovoso. La zona è interessata da venti forti e da frequenti incendi forestali intensi.
- Gavarres: rappresenta la zona più settentrionale della cordigliera litorale catalana. Il clima è generalmente mite con estati secche, nella fascia litorale è fortemente influenzato dal mare.
- Montseny-Guilleries: parte della cordigliera pre-litoranea catalana, il cui punto più alto è rappresentato dal massiccio del Montseny (1707 m s.l.m.). Il clima è relativamente più freddo e piovoso delle altre zone di intervento.
- Montnegre-Corredor: i massicci del Montnegre e del Corredor sono due unità montuose ben delimitate che formano parte della cordigliera litorale catalana. Il clima è temperato caldo e piovoso, caratterizzato da alta umidità e forte influenza del mare.

Forma di gestione tradizionale: Gestione precedente dei siti di progetto:

Alt Empordà/ Mas Genís: questa foresta è composta da sughere caratterizzate da grandi chiome e con segni di potature di formazione effettuate nel passato. Probabilmente si tratta di un'antica dehesa (sughereta con strato inferiore di pascoli e forte influenza umana) densa;

Alt Empordà/Mas Descalç: Si tratta di un popolamento forestale molto simile a quello sopra descritto però situato in una zona caratterizzata da condizioni stagionali meno buone;

Gavarres/Mas Fonollet: foresta adiacente a una fascia di protezione già esistente effettuata accanto alla strada principale. Le piante di *Quercus suber* sono accompagnate da *Arbutus unedo* (alta densità) e *Quercus ilex*;

Gavarres/Can Noguera: Si tratta di una foresta abbandonata da molti anni con sottobosco molto denso e alto (altezza simile a quella delle sughere). Molti alberi presentano attacchi di *Diplodia mutila*;

Montseny-Guilleries/Can Joandó: questa foresta è stata interessata dall'incendio di Sant Feliu de Buixalleu nel 1994. L'intensità dell'incendio fu medio-bassa e gli alberi sono stati poco danneggiati. È una sughereta giovane e quasi tutti gli individui sono caratterizzati da sughero maschio;

Montseny-Guilleries/Can Iglesias: come nel caso precedente questa foresta fu interessata dall'incendio di Sant Feliu de Buixalleu nel 1994. In questo caso però, gli alberi sono stati molto danneggiati data la realizzazione della raccolta del sughero pochi anni prima dell'incendio. Dall'anno dell'incendio non si è più effettuata la raccolta del sughero;

Montnegre-Corredor/Can Preses: questa foresta era caratterizzata da zone con un'elevata concentrazione di *Arbutus unedo* e *Erica arborea* che impediva l'ingresso della luce solare all'interno della copertura forestale;

Montnegre-Corredor/El Truy: in this forest forestry treatments have been carried out for a few years, to eradicate mainly pine trees. At the time of the intervention there were still waste materials and some cork dead on the ground.

Habitat o formazione forestale target: sugherete, habitat 9330.

Obiettivi: migliorare la struttura delle sugherete per aumentarne la resistenza e resilienza agli incendi forestali e allo stesso tempo favorire la produzione di sughero. Gli interventi effettuati mirano a creare una struttura aperta al fine di creare una discontinuità del combustibile boschivo. A questo proposito si effettuano la pulizia del sottobosco e tagli saltuari con il rilascio degli alberi migliori per la produzione di sughero.

Pressioni/minacce: Il cambiamento climatico, l'aumento della densità delle foreste e l'aumento della superficie forestale, sono i fattori principali che contribuiscono all'aumento dell'estensione e dell'intensità degli incendi forestali nelle aree mediterranee. Anche se la sughereta è un sistema relativamente adattato al fuoco, proprio per la produzione del sughero che protegge le piante, gli incendi di alta intensità possono causare gravi danni a queste foreste, specialmente se avvengono negli anni seguenti alla raccolta del sughero, quando le piante non hanno più lo strato di protezione.

Descrizione del caso studio: Le tecniche utilizzate al momento dello svolgimento del progetto sono innovative e economicamente sostenibili rispetto alle tecniche tradizionali di gestione forestale per la prevenzione incendi. Inoltre con questo tipo di gestione ci si aspetta anche una

maggior produzione di sughero fino a 4.000-5.000 kg/ha in 14 anni nei siti caratterizzati da buone condizioni stazionali.

Le tecniche innovative di gestione forestale utilizzate in questo progetto sono basate sulle Linee Guida per la Gestione Forestale Sostenibile in Catalogna (ORGEST) specifiche per le sugherete. I siti di intervento devono essere individuati in Punti Strategici di Gestione, ovvero in zone in cui si possono effettuare facilmente le operazioni di controllo, rallentamento della propagazione e estinzione degli incendi. In ogni sito d'intervento si realizzano un'area d'intervento permanente e una parcella testimone adiacente alla prima avente condizioni simili.

Gli interventi selvicolturali utilizzati nello specifico in questa Pratica, constano di una combinazione delle seguenti operazioni:

- ripulitura selettiva del sottobosco con rilascio di specie come *Arbutus unedo* e eliminando altre più infiammabili. L'intensità di ripulitura può variare dal 90-100% al 40-60% della copertura arbustiva;
- tagli a scelta di forte intensità (>40% dell'area basimetrica iniziale);
- trattamento del materiale di risulta per evitare il rischio di incendio (in generale tagliandolo in situ per ottenere materiale di piccole dimensioni per facilitarne la rapida decomposizione) e estrazione o triturazione meccanica in zone adiacenti a piste forestali.

Dopo la realizzazione degli interventi selvicolturali sopra descritti, si consiglia l'utilizzo a pascolo delle zone trattate per assicurare il mantenimento della struttura aperta. Per valutare l'effetto della Pratica si effettuano rilevamenti dendrometrici prima dell'intervento, subito dopo e dopo due periodi vegetativi dall'intervento.

Nello specifico i rilevamenti dendrometrici prevedono:

- inventario del sottobosco prima della pulizia del sottobosco nelle aree d'intervento e inventario del sottobosco e dello strato arboreo nelle particelle testimone;
- inventario del sottobosco dopo la pulizia del sottobosco e inventario dello strato arboreo prima del taglio a scelta nelle aree d'intervento;
- inventario dello strato arboreo subito dopo la realizzazione del taglio a scelta;
- inventario del sottobosco e dello strato arboreo due periodi vegetativi dopo il trattamento nelle aree d'intervento e nelle particelle testimone;
- monitoraggio della vitalità delle piante (NDVI).

Per poter valutare l'effetto a medio termine degli interventi, le attività di monitoraggio devono essere ripetute nel tempo.

Nei siti caratterizzati da buone condizioni stazionali il costo delle operazioni per la messa a punto della Pratica è risultato in media di 1.000 €/ha per la pulizia del sottobosco; 660 €/ha per il taglio a scelta e gestione del materiale di risulta; costo totale 1.505 €/ha. Nei siti caratterizzati da condizioni stazionali meno buone il costo delle operazioni per la messa a punto della Pratica è risultato in media di 800 €/ha per la pulizia del sottobosco; 653 €/ha per il taglio a scelta e gestione del materiale di risulta e un costo totale di 1.365 €/ha..

Documento di riferimento: Beltrán, M.; Coello, J.; Mundet, R. 2017. Descripción técnica de los modelos innovadores de gestión para mejorar la resiliencia de los alcornoques frente a grandes incendios forestales. Proyecto Life+SUBER (LIFE13 ENV/ES/000255)

2.2. Portogallo - verso una gestione forestale sostenibile delle sugherete

Progetto: Companhia das Lezírias, S.A.

In sintesi: La “Companhia das Lezírias, S.A.” (CL), fondata nel 1836 da azionisti privati, è diventata pubblica nel 1975. È una delle più grandi aziende agroforestali del Paese, responsabile della gestione di circa 19 500 ettari con una grande varietà di attività economiche: produzione di riso, mais, vino e olio d'oliva; allevamento di bovini e cavalli; selvicoltura e turismo. Grazie alla sua vicinanza a Lisbona, alle condizioni derivanti dall'inclusione nella Rete Natura 2000 e al fatto che si trova sulla falda acquifera più grande del Portogallo, il modello aziendale di CL mira a massimizzare il contributo della foresta al benessere umano, soprattutto per quanto riguarda i servizi ecosistemici.

Sito web: <https://www.cl.pt/>

Localizzazione: area dell'estuario del Tago (Lisbona)

Contesto territoriale: la proprietà più grande, *Charneca do Infantado*, si estende su 11.000 ettari e si trova a 30 minuti a nord-est di Lisbona. La foresta occupa 8.840 ettari, di cui 6.600 ettari sono coperti da querce da sughero (*Quercus suber*) con una densità variabile di alberi (media di 80 alberi per ettaro). La maggior parte di questa area forestale viene usata per il pascolo bovino, costituendo il sistema agroforestale tipico del sud del Portogallo (montado - il 22% della superficie forestale portoghese, pari a 720.000 ettari). Il pino domestico (*Pinus pinea*) è presente in popolamenti puri e misti con querce da sughero (680 ettari). A causa della vicinanza all'estuario del Tago e all'Atlantico, la foresta include anche 1.000 ettari di pino marittimo (*Pinus pinaster*) e 560 ettari di eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ospitando così le quattro specie forestali più importanti del Paese in termini di estensione e valore economico.

Forma di gestione tradizionale: sistema agroforestale. Il sistema di gestione è estensivo (piuttosto che intensivo) e si concentra principalmente sulla produzione di prodotti non legnosi come sughero, pascolo e pinoli.

Habitat o formazione forestale target: sugherete

Obiettivi: il modello di business di CL mira a massimizzare il contributo della foresta al benessere umano, con un'attenzione particolare ai servizi ecosistemici.

Pressioni/minacce: nelle aree con querce da sughero, la gestione è vincolata dai beni e servizi prodotti oltre al sughero. La necessità di massimizzare la produzione di foraggio per il bestiame porta a una struttura vegetativa semplificata, con una bassa diversità di habitat e specie. La presenza e concentrazione del bestiame hanno un impatto negativo sulla rigenerazione delle querce da sughero e provocano una compressione del suolo. Con la diminuzione apparente delle precipitazioni e l'aumento delle ondate di calore, la diffusione di specie come il pino marittimo e le querce da sughero ha evidenziato i segni di crescente inadeguatezza di queste specie, sia in termini di declino e mortalità degli alberi sia nella loro scarsa rigenerazione naturale.

Descrizione del caso studio: Il sistema agroforestale in atto si trova in aree con suoli poveri e limitazioni di acqua durante la stagione estiva, che riducono la produttività primaria del sistema. Il sistema di gestione è estensivo (piuttosto che intensivo) e si concentra principalmente sulla produzione di prodotti non legnosi come sughero, pascolo e pinoli. Il pascolo viene regolato assegnando, in media, una mucca ogni due ettari per sei mesi, il che consente di mantenere l'intero pascolo in modalità di produzione biologica. I pascoli derivano da vegetazione naturale o da semina migliorata di specie erbacee, con un ciclo di rotazione di 10 anni. Ogni anno viene raccolto il sughero da un'area determinata, poiché occorrono generalmente nove anni affinché il sughero si rigeneri. Gli alberi morti vengono utilizzati come legna da ardere. Le principali attività di gestione ruotano intorno alla rigenerazione delle querce da sughero, utilizzando protezioni naturali o artificiali, ma includono anche la potatura di giovani alberi e il controllo dei pini e arbusti invasivi. In parte dell'area (36%), il pascolo non è consentito, ed è presente una zona composta da querce da sughero e da querce miste a pini marittimi e/o pini domestici, con una tendenza all'aumento della copertura arborea. Inoltre, i maiali iberici pascolano nel montado tra novembre e febbraio. I pini marittimi sono diradati ogni dieci anni, con cicli di 40-50 anni. I pini domestici producono semi commestibili molto pregiati (pinoli); le pigne sono raccolte dall'acquirente, che poi estrae i pinoli. Per tutte e tre le specie, i sistemi di gestione dipendono fortemente dalla rigenerazione naturale per garantire che le nuove piante siano ben adattate. La compatibilità con il pascolo implica la protezione delle singole piante, in particolare delle querce da sughero di età inferiore ai 15 anni, protette da reticolati; sono stati installati circa 29.600 di questi recinti. La foresta riceve ogni anno 6.500 visitatori: il 76% partecipa a attività a pagamento, mentre il resto prende parte a eventi comunitari. La gestione forestale dell'intera area è certificata come sostenibile.

Negli ultimi due decenni, la sfida è stata quella di mitigare gli effetti dell'omogeneizzazione del paesaggio e del degrado dei corsi d'acqua, promuovendo allo stesso tempo l'occupazione da parte di specie selvatiche e la connettività delle popolazioni per garantire il flusso genetico. Esempi di misure adottate per raggiungere questi obiettivi includono:

- la creazione di appezzamenti esclusi dal pascolo per favorire la rigenerazione naturale delle querce da sughero e scopi di conservazione;
- la designazione dei sughereti come foresta modello con certificazione internazionale, migliorando la condizione generale degli alberi tramite la conservazione del suolo, la protezione della rigenerazione naturale e il controllo della salute degli alberi;
- dal 2005, l'uso di pascoli naturali, semine dirette o pascoli permanenti biodiversi ricchi di leguminose (attualmente oltre 3.000 ettari) per arricchire il suolo, fissare la materia organica e rimuovere carbonio dall'atmosfera, un servizio remunerato da entità esterne.

Un esempio di successo di queste azioni è stata l'implementazione di un corridoio ecologico come strumento di gestione per migliorare la connettività per uccelli e mammiferi, con il ripristino dei corsi d'acqua degradati e la piantagione di fasce di specie autoctone come elementi di connessione.

Un'altra linea d'azione intrapresa da CL è il recupero del coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*), sia come risorsa di approvvigionamento per la caccia sia come fonte alimentare per carnivori e rapaci, dato che il monitoraggio ha mostrato una tendenza di declino continuo. Per contrastare questo trend, è stata sperimentata la traslocazione di individui da zone ad alta densità a zone a bassa densità, senza ricorrere a materiale genetico esterno. Seguirà presto l'allevamento in cattività di individui resistenti alle epizootie, principale causa di mortalità della specie, con successiva reintroduzione in natura.

Questa misura supporta anche le due coppie di aquile di Bonelli, una specie minacciata, trovate nel 2008 e nel 2016 in nidificazione su due popolamenti maturi di pino marittimo. I tagli programmati e altre operazioni sono stati sospesi in seguito a questa scoperta.

Sebbene le pratiche di gestione siano adattate per la protezione delle specie di uccelli minacciate, anche gli uccelli comuni possono essere alleati nella gestione forestale sostenibile, contribuendo all'equilibrio dell'ecosistema. Gli uccelli insettivori svolgono un ruolo essenziale come regolatori delle popolazioni di insetti di cui si nutrono, e hanno il potenziale per combattere i parassiti forestali senza danneggiare l'ecosistema. La produttività forestale di CL è stata influenzata dagli insetti defogliatori, in particolare dalla processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) nei popolamenti di pino, e dalla tortrice verde della quercia (*Tortrix viridana*) e dalla tentredine (*Periclista andrei*) nelle querce da sughero. Poiché molti uccelli insettivori presenti nei popolamenti di pino e quercia da sughero nidificano in cavità, è stato avviato un programma di installazione di nidi artificiali destinato a queste specie, con l'obiettivo di aumentarne le popolazioni.

Il progetto include anche una **forte componente sociale** su tre fronti:

1. Assumere responsabilità sociale attraverso la creazione diretta e indiretta di posti di lavoro;
2. Sviluppare una varietà di prodotti e servizi turistici e strutturare un'attività che possa fungere da esempio per altri operatori del settore;
3. Accrescere la conoscenza dei sistemi forestali e del patrimonio naturale attraverso opportunità di ricerca e creazione di iniziative educative.

CL rappresenta un caso ideale per studiare il coinvolgimento degli stakeholder nella definizione dei problemi e delle soluzioni, e per l'apprendimento sociale.

Resilienza: oltre a creare pascoli permanenti e biodiversi come serbatoi di carbonio, la riduzione della pressione del pascolo sul sistema è un obiettivo per il futuro prossimo. L'istituzione di appezzamenti esclusi dal pascolo e di conservazione si è rivelata una misura essenziale per il ripristino di una foresta degradata a causa di un passato di sovrasfruttamento delle risorse. Sebbene lo sviluppo della vegetazione arbustiva abbia un impatto positivo sul sequestro di carbonio, sulla fertilità del suolo e sulla biodiversità, potrebbe avere effetti indesiderati in uno scenario in cui l'acqua è una risorsa limitata per il funzionamento dell'ecosistema forestale.

Risultati economici: 1) Media annuale di risultati forestali: 1,04 milioni €; 2) Media annuale di risultati da sughere: 0,805 milioni €; 3) Media annuale di vendita del sughero: 0,916 milioni €; 4) Media annuale di vendita del legno: 0,177 milioni €; 5) Media annuale di vendita dei pinoli: 0,137 milioni €.

Documento di riferimento: Krumm, F.; Schuck, A.; Rigling, A. (eds), 2020: How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf. 640 p

3. LECCETE / QUERCETI - Habitat 9340 Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia

3.1. Italia - Foresta dimostrativa Pro Silva: Podere Seradino

Progetto: Foreste dimostrative di Pro Silva Italia

In sintesi: il progetto consiste in una selezione di foreste italiane ritenute particolarmente significative per esprimere l'approccio gestionale proposto da PRO SILVA, in situazioni anche molto diverse in termini stazionali, climatici ed economico sociali. Le foreste dimostrative finora individuate da Pro Silva Italia sono localizzate a Col de Joux (Val d'Aosta); Podere Seradino (Umbria); Bosco delle Sorti della Partecipanza (Piemonte); Foreste gestite dal Consorzio Forestale Alta Valle Susa (Piemonte); Castagneti del Monte Amiata (Toscana); Faggete del Monte Amiata (Toscana).

Sito web: <https://www.prosilva.it/foreste-dimostrative>

Localizzazione: complesso montuoso di Monte Malbe (Regione Umbria)

Contesto territoriale: il territorio di Monte Malbe presenta particolari caratteristiche che sono l'espressione di diverse influenze bioclimatiche. La vegetazione mediterranea di sclerofille sempreverdi e caducifoglie è rappresentata sul versante meridionale dalle estese leccete, con un'associazione più interna di cerrete termofile. Sui versanti settentrionali sono presenti boschi cedui di carpino nero, nelle radure sono diffusi gli arbusti di ginepro e ginestra.

Forma di gestione tradizionale: la proprietà attuale è della famiglia Rossi che acquistò il bosco nel 1974 dal Conti Salvatori, i quali effettuarono una ceduzione su tutti i 100 ettari risparmiando solo pochi ettari perché utilizzati come posta di caccia al colombaccio. Negli anni '90 furono realizzati i primi interventi selvicolturali, che convertirono 10 ettari di ceduo in fustaia. Dal 2008 al 2011 la proprietà si è dotata di un piano di gestione forestale innovativo, con interventi su piccole superfici di ceduzione (inferiori a 5 ettari/anno) con rilascio di alberi di Elite di specie di legno pregiato, combinato con interventi di avviamento nelle zone di impluvio in maniera di articolare nel versante della collina diverse forme di governo del bosco. Dal 2011 le attività selvicolturali sono state interrotte fino ad oggi, con la costituzione di una azienda agricola che provvederà alla gestione secondo i criteri della gestione forestale sostenibile e le buone pratiche selvicolturali.

Habitat o formazione forestale target: leccete, habitat 9340

Obiettivi: gestione selvicolturale che tenga conto delle caratteristiche ambientali e strutturali della foresta e che cerchi di coniugare gli aspetti naturalistici-ecosistemici con gli aspetti economici con modalità innovative per l'Italia centrale.

Pressioni/minacce: nell'Italia centro meridionale prevale il governo a ceduo e vi è una scarsa valorizzazione dei prodotti legnosi che possano avere una destinazione produttiva differente dalla legna da ardere.

Descrizione del caso studio: la foresta rappresenta un esempio particolarmente interessante di una gestione selvicolturale che tenga conto delle caratteristiche ambientali e strutturali della

foresta e che cerchi di coniugare gli aspetti naturalistici-ecosistemici con gli aspetti economici. Le modalità gestionali applicate risultano innovative per l'Italia centro meridionale, dove prevale il governo a ceduo e vi è una scarsa valorizzazione dei prodotti legnosi che possano avere una destinazione produttiva differente dalla legna da ardere. In particolare, le indicazioni del Piano di Gestione Forestale prevedono un mosaico di interventi con zone ad evoluzione naturale, fustaie coetaneiformi, fustaie irregolari, cedui con matricinatura per gruppi, cedui con matricinatura uniforme. La gestione praticata dal 2008 al 2011 è quella di interventi su piccole superfici di ceduzione (inferiori a 5 ettari/anno) con rilascio di alberi di Elite di specie di legno pregiato, combinato con interventi di avviamento nelle zone di impluvio in maniera di articolare nel versante della collina diverse forme di governo del bosco.

Fustaia di leccio con altre latifoglie decidue. I popolamenti sono da considerarsi come coetaniformi. A seconda dello stadio evolutivo del bosco, la densità delle piante ad ettaro dovrà essere regolata da opportuni tagli intercalari che condurranno gradualmente il soprassuolo allo stadio evolutivo superiore. Affinché i tagli intercalari non abbiano un'intensità eccessiva (reputata inopportuna per la tipologia forestale) si prescrivono i parametri d'intervento come indicato nella tabella sottostante.

PRESCRIZIONI PER I TAGLI INTERCALARI PER LA FUSTAIA DI LECCIO CON ALTRE LATIFOGIE DECIDUE									
Stadio evolutivo	N/ha	G/ha	V/ha	H	età indicativa	PRELIEVO	APERTURE AMMESSE	SUPERFICIE APERTURE	DISTANZA TRA CHIOME
	n.	mq	mc	m	anni	% - G/ha	N /ha	m ²	m
novelletto	> 5.000	<1	-	< 2	0 - 14	-	-		
spessina	< 5.000	> 1 e < 5	> 1 e < 20	> 2 e < 5	10 - 25	MAX 25%	MAX 5	50	< 2
perticaia	< 3.000	> 5 e < 15	> 20 e < 100	> 5 e < 8	'20 - 40	MAX 25%	MAX 3	150	< 3
fustaia giovane	< 1.000	> 15 e < 25	> 100 e < 150	> 8 e < 14	35 - 65	MAX 25%	MAX 3	200	< 4
fustaia adulta	< 500	> 25	> 120 e < 200	> 9	65 - 100	MAX 20%	MAX 3	400	< 5
fustaia matura	< 300	> 25	> 200	> 9	100 - 140	MAX 15%	MAX 5	500	< 5
fustaia in rinnovazione	< 100	> 5 e < 25	< 150	> 9	>120	TAGLI DI RINNOVAZIONE			

Per i tagli di rinnovazione, anche se non previsti dalla parte operativa del suddetto piano, si prevede il trattamento a tagli a buche con rinnovazione naturale. La localizzazione delle buche dove intervenire con il taglio a buche, ovvero il taglio di tutti gli alberi, sono le aree con la rinnovazione naturale già affermata e le depressioni o i pianori dove il seme può fermarsi. Il taglio a buche interesserà superfici di taglio non superiori a 2000 m² e con un massimo del 25% della superficie produttiva totale dell'u.d.c. Le porzioni di bosco comprese tra le buche possono essere interessate da interventi di diradamento con un'intensità pari agli interventi previsti per la fustaia matura e descritti nel prospetto precedente. Successivamente al raggiungimento da parte della rinnovazione naturale di altezze superiori a 50 cm, purché libera dalla concorrenza erbacea ed arbustiva, e con una distribuzione orizzontale sul terreno che interessa più del 66% della superficie della buca (definizione di novelletto), si può procedere ad un nuovo ciclo di tagli a buche, prevedendo l'allargamento della buca o la realizzazione di nuove. L'allargamento delle buche deve rispettare i limiti di superfici definiti precedentemente, ovvero buche complessivamente non superiori a 4000 m² per il secondo ciclo di rinnovazione e a 6000 m² per

il terzo ciclo di rinnovazione. Nel caso in cui la rinnovazione non si fosse affermata entro 10 anni dall'intervento, si possono prevedere sottopiantagioni o piantagioni con leccio, orniello, sorbo domestico, ciavardello, roverella.

Fustaia di Élite - Questo tipo di fustaia di specie sporadiche presenta le seguenti di Élite: il sorbo domestico, il ciavardello, l'acero minore, il ciliegio, la rovere, la cerro-sughera e particolari alberi di altre specie che presentino stature non comuni. Gli indirizzi colturali sono strettamente legati ai concetti definiti nella selvicoltura d'albero, così come concepita e descritta da vari autori, distinguendo quattro fasi: 1) insediamento (o affermazione della rinnovazione); 2) qualificazione; 3) dimensionamento; 4) maturazione. Di seguito si descrivono in maniera sintetica le quattro fasi di sviluppo delle piante gli indirizzi colturali previsti per la gestione delle specie interessate (sorbo domestico, ciavardello, acero minore, ciliegio e rovere) di seguito chiamate genericamente Élite. Sono distinte in piante di Élite singole e a gruppi, dove quest'ultime sono considerate tali quando hanno una distanza tra di esse non superiore a 12 m.

La **fase di insediamento** è quella in cui l'Élite parte dallo stadio di semenzale fino a superare la concorrenza da parte di bassi arbusti ed erbe o degli alberi adiacenti (classe sociale: dominata). In questa fase si prevedono solo interventi di natura colturale volti a ridurre la concorrenza da parte di bassi arbusti e erbe tramite il taglio fino ad un massimo di 1 metro misurato dal piede dell'albero. Il materiale tagliato deve essere triturato ed ammassato intorno al piede degli alberi selezionati, avendo cura di non provocare danni al piede dei giovani fusti. Sono previste potature di rami nel caso in cui gli alberi limitrofi o gli arbusti alti possano aduggiare o danneggiare la crescita della pianta di Élite e la messa in opera di palo tutore. Nel caso in cui la pianta presenti una grave conformazione del fusto si può prevedere come intervento la ceduzione.

La **fase di qualifica** è identificata con la classe sociale codominante in cui si sono raggiunti scopi produttivi minimi (2,5 m di fusto) ma lo sviluppo longitudinale è ancora preponderante rispetto a quello di strutturazione dell'architettura della chioma. In questa fase tutte le piante che distano 5 m dal piede delle specie Élite sono assoggettate ai seguenti indirizzi colturali e quindi escluse da quelli previsti per il governo del ceduo e della fustaia di leccio con altre latifoglie decidue. In questa fase si prevedono degli indirizzi colturali diretti alle piante di Élite e indiretti alle piante concorrenti. Per il raggiungimento della lunghezza potenziale di fusto ricavabile sono previste potature dei rami lungo il fusto e il taglio dei polloni alla base del fusto. I tagli dovranno essere rasenti il fusto principale avendo cura di non intaccare il cercine inferiore del ramo e interesseranno rami con diametri inferiori a 5 cm, fino ad una altezza di 10 m da terra. La potatura verde dovrà essere in modo graduale e non potrà eliminare più di ¼ della chioma, con una frequenza d'intervento non superiore ad un intervento ogni 5 anni. Sono previste le seguenti operazioni colturali di cercinatura e di cassage delle piante limitrofe a quelle di Élite che entrano in concorrenza diretta per la conquista dello spazio aereo. Nella cercinatura si opera sulle piante concorrenti tramite un attrezzo tagliente che scalfisce l'endoderma fino ad arrivare alla parte viva del cambio, in pratica la pianta non deve morire subito ma gradualmente in diversi anni perdendo piano piano di vigore e di dominanza. Il cassage, termine francese, che significa rottura, prevede la piegatura fino alla rottura dei rami o cime delle piante concorrenti. La piegatura deve essere realizzata sopra 1,7 m da terra, con una frequenza d'intervento non deve essere superiore ad un intervento ogni 5 anni. Nel caso in cui la pianta presenti una grave conformazione del fusto si può prevedere come intervento la ceduzione.

La **fase di dimensionamento** è identificata dal momento in cui la pianta di Élite ha raggiunto la classe sociale di dominanza e lo sviluppo dell'architettura della chioma preponderante rispetto a quello dell'accrescimento longitudinale. In questa fase le piante di Élite devono progressivamente aumentare le dimensioni della chioma al fine di dare maggiore capacità fotosintetica per poter garantire buoni e costanti accrescimenti diametrali del fusto principale. In questa fase tutte le piante che distano 10 m dal piede delle specie Élite sono assoggettate ai seguenti indirizzi colturali e quindi escluse da quelli previsti per il governo del ceduo e della fustaia di leccio con altre latifoglie decidue. In questa fase si prevedono degli indirizzi colturali diretti alle piante di Élite e indiretti alle piante concorrenti. Gli interventi diretti sono quelli della potatura di rami epicormici sviluppatasi lungo il fusto da ricavare e tutti i polloni radicali, purché di diametro superiore a 5 cm. Gli interventi indiretti a carico delle specie diverse da quelle di Élite sono il taglio di diradamento e la potatura dei rami che occupano lo spazio aereo necessario allo sviluppo della chioma delle piante di Élite, in un intorno non superiore a 10 m dal fusto della specie di Élite. Il diradamento deve comunque evitare bruschi interventi di apertura dello stato delle chiome che possono creare un forte emissione di rami epicormici lungo il fusto. La frequenza d'intervento non deve essere superiore ad un intervento ogni 5 anni.

La **fase di maturità** è identificata dal momento in cui le piante hanno raggiunto le dimensioni diametriche minime di produzione del primo fusto e la chioma ha raggiunto il 70% dello sviluppo diametrico prefissato. In questa fase le piante di Élite mantengono un certo ritmo di accrescimento diametrico che può far raggiungere in tempi non troppo lunghi (10 - 20 anni in più di quello stimato) diametri più richiesti nel mercato dei tranciati e degli sfogliati (40 - 50 cm), aumentando notevolmente la redditività. In questa fase gli indirizzi colturali sono esclusivamente diretti verso le piante di Élite, e in genere di modesta entità, ovvero potatura di eventuali rami epicormici nel primo e secondo fusto e taglio degli eventuali polloni. La frequenza d'intervento non deve essere superiore ad un intervento ogni 5 anni. La scelta di far proseguire l'accrescimento di alcune piante di Élite dipende dalla capacità della pianta di mantenere il ritmo di accrescimento diametrico e dalla presenza di ottime caratteristiche del fusto principale.

Boschi di neoformazione - Gli indirizzi colturali previsti in questo PGF sono quelli volti all'arricchimento e sottopiantagione nelle zone a scarsa densità. In prevalenza si predilige la piantagione delle specie di sorbo domestico, ciavardello e ciliegio, mentre come specie accessorie si prevedono il leccio e l'orniello. La piantagione delle specie di Élite e quelle accessorie deve essere realizzate nelle zone in cui c'è scarsa densità di alberi e forte invasione da parte di arbusti ed erbe. Gli indirizzi colturali prevedono il taglio degli arbusti e delle erbe con l'apertura di buche di dimensione di 40x40x40 cm a mano o con mezzi meccanici scavate nei punti in cui la profondità del suolo è maggiore e raggruppate a 3 o 5 buche ad una distanza tra di esse non inferiore ad un metro.

Boschi cedui - Le prescrizioni generiche per la gestione dei boschi governati a ceduo con la prevalenza della specie di leccio con una matricinatura compresa tra 100 e le 180 piante ad ettaro sono il rilascio della matricinatura uniformemente distribuita tra i 120 e le 180 piante ad ettaro con una distribuzione che nel caso di soprassuoli con età superiore a i 45 anni, il 50% da piante provenienti dai turni precedenti e il 50% da polloni (allievi), mentre quelli con età inferiore a 45 anni il rilascio delle matricine sarà per 2/3 di piante provenienti dal ceduo e 1/3 dai turni precedenti. Il turno ottimale per il taglio è compreso tra i 26 e i 45 anni. Si considera il

limite del turno per la gestione del leccio di 60 anni, oltre il quale il governo del soprassuolo sarà convertito in fustaia. Nel caso in cui i boschi governati ceduo presentino un numero inferiore a 100 e superiore a 180 matricine ad ettaro il rilascio della matricinatura sarà mista con la prevalenza quella per gruppi e la distribuzione dei gruppi seguirà lo schema di rilascio sottostante.

TABELLA INDICATIVA PER LA MATRICINATURA A GRUPPI									
Altezza media matricine m	diametro gruppo m		superficie gruppo m ²		distanza tra gruppi m ²		numero gruppi N/ha		
	min	max	min	max	min	max	max	min	medio
4	-	4	-	13	-	6		69	
5	-	5	-	20	-	7,5		47	
6	-	6	-	28	-	9		34	
7	4	7	13	38	7	10,5	59	26	43
8	6	8	28	50	8	12	39	20	30
9	6	9	28	64	9	13,5	34	16	25
10	6	10	28	79	10	15	30	13	22
11	6	10	28	79	11	16,5	27	12	20
12	6	12	28	113	12	18	25	9	17
13	7	12	38	113	13	19,5	20	8	14
14	7	13	38	133	14	21	18	7	13
15	8	13	50	133	15	22,5	16	7	12
16	8	12	50	113	16	24	14	6	10

La matricinatura per gruppi interesserà tutta la superficie dell'u.d.c., anche se suddivisa in due o più interventi selvicolturali. La distanza tra il margine del gruppo e il piede d'albero sarà compresa tra i 10 e 8 metri.

La scelta delle piante che andranno a costituire il gruppo si basa sui principi di stabilità biomeccanica e in genere si identifica in almeno 3 o 4 piante con una buona conformazione della chioma e del fusto che funzionano da colonne portanti del gruppo. La specie che costituirà in prevalenza i gruppi sarà le specie con la densità maggiore ma saranno inclusi tutte le specie diverse purché di buon portamento e con una chioma ben strutturata. La matricinatura per gruppi interesserà possibilmente tutta la superficie dell'u.d.c., nel caso in cui non sia possibile reclutare un complesso di piante valido secondo la definizione di gruppo suddetta, si può rilasciare a una distanza di 10 e 8 metri misurata dal piede dell'ultima pianta facente parte di un gruppo al piede dell'albero da rilasciare. Sono escluse al taglio di ceduzione tutte le piante di Élite (sorbo domestico, ciavardello, acero minore, ciliegio e rovere). Inoltre, sono escluse al taglio di ceduzione tutte le piante diverse da quelle di Élite che distano 5 m dal piede della specie di Élite nel caso in cui abbiano raggiunto lo stadio di qualifica e di 10 metri nel caso che abbiano raggiunto lo stadio di dimensionamento o successivi.

Documento di riferimento: Le foreste dimostrative di PRO SILVA ITALIA. Scheda 02 - PODERE SERADINO.

3.2. Spagna (Catalogna) - Gestione adattativa e close-to-nature in popolamenti di leccio

Progetto: LIFE MIXFORCHANGE (LIFE15 CCA/ES/000060) - Strategie di gestione innovative per l'adattamento delle foreste miste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici

In sintesi: L'obiettivo principale del progetto è contribuire all'adattamento e alla maggiore resilienza delle foreste miste subumide mediterranee ai cambiamenti climatici, favorendo la loro conservazione e il mantenimento delle loro funzioni produttive, ambientali e sociali. In particolare, il progetto mira a: i) sviluppare e implementare tecniche di gestione forestale innovative, che consentano alle foreste di adattarsi ai cambiamenti climatici e di migliorare il valore ecologico ed economico nel medio termine; ii) sviluppare nuovi strumenti per integrare l'adattamento delle foreste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici nelle politiche e nelle leggi sulla gestione forestale; iii) sviluppare nuovi strumenti per rafforzare l'economia legata ai prodotti forniti da queste foreste, prevenendo o invertendo il loro abbandono; iv) trasferire gli strumenti e le tecniche sviluppate e i risultati ottenuti tenendo conto dei principali stakeholder (proprietari di foreste, personale tecnico e pubblica amministrazione) a livello regionale, nazionale ed europeo, e sensibilizzare la società sulla sfida dell'adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici.

Sito web: www.mixforchange.eu

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: le attività del progetto sono state realizzate in 197 ettari di foresta mista del Mediterraneo subumido catalano, in quattro aree geografiche del nord-est della Spagna. Le quattro aree in cui sono stati localizzati gli stand dimostrativi pilota sono:

- Montnegre-Corredor: Condizioni litoranee di bassa montagna (altitudine massima 760 m, distanza dal mare <10 km), temperature calde e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi, densamente popolati. Substrati silicei.
- Montseny: Condizioni pre-litoranee di alta montagna (altitudine massima 1700 m, distanza dal mare 20-40 km), temperature invernali basse e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi. Substrati silicei.
- Bellmunt-Collsabra: condizioni di montagna mediterranea continentale (altitudine massima 1300 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendii elevati. Substrati silicei e calcarei.
- Ripollès: Condizioni di montagna mediterranea continentale, in transizione verso l'eurosiberiano dai Pirenei (altitudine massima 1500 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendenze elevate. Substrati silicei e calcarei.

Forma di gestione tradizionale: gestione forestale convenzionale o nessun intervento selvicolturale negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di utilizzo piuttosto intenso.

Habitat o formazione forestale target: leccete, habitat 9340

Obiettivi: L'obiettivo generale degli interventi è quello di promuovere la resistenza e la resilienza dei popolamenti di fronte ai principali impatti dei cambiamenti climatici, in modo compatibile con la sostenibilità economica ed ecologica nel medio e lungo periodo. In particolare, la gestione dei boschi di leccio è incentrata sull'aumento della complessità del

sistema, sulla generazione e sul mantenimento di strutture multistrato irregolari, con tendenza alla capitalizzazione, e sul sostegno allo sviluppo di diverse specie di latifoglie in concomitanza con lo strato di leccio.

Pressioni/minacce: le foreste mediterranee subumide di grande interesse ambientale, produttivo e sociale sono soggette a minacce che mettono a rischio la fornitura di molti di questi servizi ecosistemici. Sebbene i popolamenti siano, in generale, misti e presentino un certo grado di stratificazione, la forma di gestione prevalente li ha progressivamente portati a un certo punto di semplificazione strutturale e delle specie. I popolamenti di leccio e castagno presentano un'abbondanza di cedui che, nel caso del castagno, tendono a presentare una bassa vigoria. I popolamenti di pino mostrano spesso un processo di senescenza avanzato. La principale minaccia rappresentata dai cambiamenti climatici in questo contesto è l'aumento dell'intensità della siccità e degli incendi boschivi. Molte delle specie presenti (tra cui frassino, acero, castagno e alcune querce) sono scarsamente adattate a questi disturbi, il che le rende particolarmente vulnerabili. Molti di questi boschi si trovano in stato di abbandono, senza interventi selvicolturali negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di utilizzo piuttosto intenso.

Descrizione del caso studio: Sono stati definiti due tipi di gestione per il leccio in base alla presenza di latifoglie accompagnatrici:

- Nei popolamenti misti di leccio (con una superficie basimetrica del leccio compresa tra il 50% e l'80% del totale), l'obiettivo è mantenere una proporzione adeguata delle specie presenti, soprattutto tramite la disseminazione di semi in base alle esigenze di luce di ciascuna specie.
- Nei popolamenti di leccio in cui la presenza di altre specie è insufficiente per qualificare il popolamento come misto (con una superficie basimetrica del leccio superiore all'80% del totale), l'obiettivo è favorire la diversificazione sostenendo le latifoglie buone produttrici di semi, creando aperture per le specie decidue e rilasciando la rigenerazione avanzata.

In entrambi i casi, gli interventi incoraggiano gli individui e le specie di latifoglie di pregio, purché siano vigorosi. Gli interventi previsti nei popolamenti pilota di leccio includono:

Diradamento selettivo: Il primo passo consiste nella selezione degli alberi destinati alla produzione futura (circa 150-300 alberi/ha, massimo 1/3 della densità totale), includendo principalmente latifoglie pregiate, vigorose e ben conformate, preferibilmente appartenenti alla classe diametrica 15 o superiore e con potenziale di crescita, nonché individui importanti per la conservazione della biodiversità (specie sottorappresentate, alberi con microhabitat rilevanti, alberi da seme e produttori di frutti). Inoltre, è possibile prevedere occasionalmente il rilascio e la potatura degli alberi di latifoglie pregiate che non raggiungono il diametro desiderato, purché mostrino vigore e abbiano tronchi robusti e ben conformati. Il diradamento selettivo regola la competizione a cui sono sottoposti gli alberi destinati alla produzione futura, eliminando i principali concorrenti a livello della chioma. Il numero di individui da eliminare per ogni albero destinato alla produzione futura determina l'intensità del diradamento: come punto di riferimento, si abbattano tra 1 e 3 concorrenti, riducendo tale numero se si selezionano più alberi destinati alla produzione futura o se la loro chioma è compressa. Indicativamente, l'area basimetrica estratta non dovrebbe superare il 25-30%. Gli alberi abbattuti possono essere estratti o lasciati sul suolo, a seconda del loro valore. Un'alternativa consiste nel cercinare gli alberi concorrenti anziché abatterli, per consentire un'esposizione alla luce graduale agli alberi selezionati. Gli individui vicini agli alberi destinati alla produzione, ma non identificati come concorrenti di chioma, vengono mantenuti, creando uno strato di servizio che aiuta la configurazione corretta dell'albero selezionato e impedisce la formazione di germogli

epicormici. Nei soprassuoli o nelle parti di soprassuolo che divergono dalle condizioni ottimali per l'applicazione della silvicoltura MixForChange (struttura semplificata, densità molto alta e/o scarsa stratificazione), si può considerare un diradamento selettivo a intensità moderata o alta (fino al 40% dell'area basimetrica iniziale o al 50% della densità iniziale). In questo caso, il diradamento selettivo viene combinato con un diradamento dal basso per ridurre la densità dello strato dominante in modo più o meno omogeneo.

Selezione dei polloni (taglio dei ricacci): intervento utilizzato per regolare la competizione a livello di albero, applicato su ceppaie con molti polloni per concentrare la crescita su quelli meglio sviluppati e posizionati. Di solito si lascia 1 o 2 polloni per ceppaia, ma il numero può salire a 3 se le ceppaie di leccio o castagno presentano da 8 a 10 polloni vivi. In questo modo, la competizione viene ridotta e la vitalità migliorata anche a livello di popolamento.

Pulizia selettiva del sottobosco: eliminazione parziale della vegetazione dello strato sottobosco, basata su una priorità stabilita in base all'altezza, alla specie o alla vitalità. Facoltativamente, si può stabilire un limite massimo di copertura arbustiva da mantenere (più elevato quanto più è alta la copertura arborea e meno abbondante è la rigenerazione), riducendo così la vulnerabilità complessiva agli incendi. Nei popolamenti dimostrativi di leccio, è comune trovare cespugli di corbezzolo, erica e altre specie legnose capaci di raggiungere un aspetto arboreo grazie alla luce disponibile dopo tagli intensi. In questo caso, il diradamento selettivo si concentra sul ridurre il fitovolume di queste specie, rispettando i cespugli di specie sporadiche, con maggiori esigenze di ombra e/o produttori di fiori e frutti carnosì, per la loro importanza per la biodiversità. Nell'erica e nei corbezzoli di grande sviluppo, si effettua una selezione dei polloni (lasciandone uno o due per ceppaia) anziché tagliarli completamente, per limitare i ricacci successivi.

Ringiovanimento: taglio a raso di individui mal conformati di specie di latifoglie pregiate per stimolare la formazione di un nuovo pollone, che possa svilupparsi in forma migliore. L'individuo da ringiovanire è solitamente giovane e deve mostrare capacità di ricaccio e condizioni favorevoli nel micro-sito. Gli individui tagliati durante il ringiovanimento possono essere estratti o lasciati al suolo in base al loro valore commerciale.

Piantagione: rinnovazione artificiale di aree con scarsa copertura arborea e rigenerazione nulla o insufficiente. Si pianta una grande varietà di specie, con densità tra 10 e 250 alberi/ha, sfruttando i micro-siti più favorevoli e applicando tecniche di impianto complementari, come protezioni individuali o ammendanti del suolo, per aumentare il successo.

Martellata: la martellata viene effettuata in una parte del popolamento in modo dimostrativo (area di formazione), dove le squadre che eseguono gli interventi sono accompagnate e formate.

Documento di riferimento: Coello J, Piqué M, Beltrán M, Coll L, Palero N, Guitart L. 2022. Adaptive and close-to-nature management in mixed sub-humid Mediterranean forests: holm oak, chestnut, common oak and pine woods. Forest Science and Technology Centre of Catalogna, Solsona (Lleida, Spain); Forest Ownership Centre, Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona, Spain). 104 p.

3.3. Spagna (Girona) - Sistemi di pascolo per ridurre la gravità degli incendi

Progetto: Fire Flocks

In sintesi: Il progetto **Fire Flocks** promuove il contributo delle mandrie alla gestione del rischio incendi attraverso il pascolo nelle aree forestali. Il marchio **Fire Flocks** sostiene la continuità dell'attività di allevamento sul territorio e contribuisce alla prevenzione degli incendi boschivi. Il progetto riunisce tutti gli agenti pubblici e privati interessati alla continuità del silvopascolamento, allineando le loro diverse esigenze e organizzando una filiera di produzione e consumo di prodotti alimentari provenienti da mandrie, con l'ulteriore valore di ridurre il rischio di incendi nei boschi con un ruolo strategico nella propagazione degli incendi, come determinato dai Vigili del Fuoco della Catalogna e dal Dipartimento di Agricoltura.

Sito web: <https://www.ramatsdefoc.org/en>

Localizzazione: Girona

Contesto territoriale: L'area del progetto si trova nella provincia di Girona, nel nord-est della Spagna. È principalmente composta da pineta di Aleppo con un sottobosco di lentisco e quercia da sughero, e le formazioni forestali sono dense, giovani e strutturalmente simili.

Forma di gestione tradizionale: a proprietà del terreno è completamente privata (48 ha, 100%). Un pastore può utilizzare il proprio terreno, o altri terreni, se stipula un contratto di locazione con i titolari dei diritti forestali di lungo termine (tipicamente 5 anni). Il terreno è stato abbandonato circa 15 anni fa. Storicamente, le foreste dell'area venivano utilizzate per raccogliere legna a uso personale (a livello di fattoria o casa), e il territorio è costituito da micro-proprietà private, con un'area media inferiore a 1 ha. Prima che la foresta fosse adattata ai regimi pastorali tradizionali, che includevano incendi a bassa intensità, la copertura forestale era tollerante agli incendi naturali causati dai fulmini.

Habitat o formazione forestale target: foreste di *Pinus halepensis* (42.4 ha), leccete (1.5 ha), coltivazioni agricole (2.8 ha), macchia mediterranea (0.9 ha), prati (0.2 ha).

Obiettivi: l'obiettivo principale del progetto è creare un paesaggio resistente agli incendi attraverso la continuità dell'allevamento estensivo. Pertanto, l'obiettivo specifico è pascolare i sottoboschi delle foreste e le macchie, come mezzo per ridurre la quantità di combustibile (vegetazione) all'interno delle foreste e creare spazi aperti tra le aree boschive. Il progetto mira a promuovere la bioeconomia nelle aree rurali, valorizzando la professione del pastore, il bestiame e i prodotti derivati dall'allevamento. Il progetto ha l'obiettivo di creare una certificazione per i prodotti derivati dalle mandrie tenute con l'obiettivo di contribuire al controllo degli incendi.

Pressioni/minacce: La riduzione degli usi tradizionali, principalmente l'allevamento estensivo e la silvicoltura multifunzionale (legname, legna da ardere, carbone o resine), ha favorito la rigenerazione della vegetazione secondaria, caratterizzata dalla proliferazione di specie arbustive e cespugliose. Inoltre, il paesaggio ha subito un processo di omogeneizzazione con migliaia di ettari continui di foreste altamente vulnerabili agli incendi. Queste foreste non gestite sono sempre più vulnerabili agli incendi boschivi a causa dei cambiamenti climatici. Un piccolo numero di incendi è responsabile della maggior parte dell'area bruciata (solo 11 incendi sono stati responsabili dell'88% della superficie bruciata da 4800 incendi negli ultimi 8 anni). Questi

grandi incendi forestali rappresentano un rischio crescente per la società, poiché i servizi antincendio non sono in grado di affrontarli, nonostante i budget e gli investimenti elevati allocati.

L'abbandono rurale avvenuto durante il secolo scorso ha consentito la rigenerazione della vegetazione secondaria caratterizzata dalla proliferazione di specie arbustive e cespugliose. Inoltre, il paesaggio ha subito un processo di omogeneizzazione con migliaia di ettari continui di foreste altamente vulnerabili agli incendi.

Descrizione del caso studio: Il silvopastoralismo può essere uno strumento utile per la gestione sostenibile delle foreste mediterranee da una prospettiva biologica, sociale ed economica; infatti, il futuro dell'agroforestry mediterraneo si costruisce sul riconoscimento del suo ruolo multifunzionale. Il silvopastoralismo è una pratica comune che apporta alti benefici per la società (conservazione del paesaggio, gestione del rischio incendio, e produzione di carne e latticini di alta qualità) e riduce e controlla la quantità e la continuità della vegetazione, principalmente dalla superficie. Nelle formazioni forestali che sono state abbandonate per diversi anni, con alte quantità di combustibile, è solitamente necessaria una prima intervento mediante trattamenti meccanici, al fine di preparare l'area e consentire l'ingresso del bestiame. Successivamente all'intervento meccanico iniziale, il pascolo risulta essere un modo utile ed economicamente vantaggioso per ridurre i carichi di combustibile. Fire Flocks mira a ridurre i carichi di combustibile e a interrompere la continuità degli strati di vegetazione verticali e orizzontali. Gli obiettivi prefissati per il controllo della vegetazione del sottobosco sono i seguenti: (1) pascolare il 90% della crescita annuale della biomassa dello strato erbaceo, e (2) pascolare il 60% della crescita annuale della biomassa dello strato arbustivo. L'obiettivo è dunque creare discontinuità (sia verticali che orizzontali) nei carichi di combustibile. Per ogni pastore, Fire Flocks progetta un piano pastorale quinquennale in cui sono definiti il numero di animali e il numero di giorni di pascolo per anno. Vengono anche considerate le necessità di integrazione alimentare. Con Fire Flocks, i pastori rilasciano il loro bestiame nelle foreste con obiettivi predefiniti di controllo della vegetazione del sottobosco. Tuttavia, rispetto al pascolo su pascoli aperti, il pascolo nelle foreste comporta spesso uno sforzo aggiuntivo e una riduzione della produttività del gregge. La Corporazione dei Macellai Artigiani delle Comarche di Girona lavora per aggiungere valore ai prodotti degli agricoltori partecipanti, attraverso un'etichetta che certifica le attività di gestione del rischio incendio delle mandrie. I clienti sapranno così che consumare i prodotti Fire Flocks porta benefici sociali, ossia contribuisce alla sostenibilità delle aziende agricole locali estensive (anziché intensive), preserva le foreste e riduce il rischio di incendi.

I servizi di gestione degli incendi boschivi identificano i boschi che sono strategici nelle dinamiche di propagazione del fuoco (SMP) e descrivono i risultati attesi attraverso il silvopastoralismo, per un cambiamento efficace nel comportamento del fuoco nell'area. Le aziende agricole di allevamento estensivo pascolano gli SMP con i loro animali (pecore, capre o mucche), seguendo un piano di pascolo che consentirà di raggiungere gli obiettivi del piano.

Macellai e ristoranti vendono carne e prodotti lattiero-caseari provenienti dalle mandrie sotto l'etichetta Fire Flocks, spiegando il valore aggiunto che questi prodotti portano ai loro clienti. I consumatori finali diventano parte della lotta contro gli incendi boschivi attraverso il consumo regolare dei prodotti Fire Flocks e sostengono la continuità dell'allevamento estensivo nelle nostre foreste.

Da un lato, Fire Flocks sta dettagliando il metodo di validazione che certificherà l'efficacia del piano di pascolo e consentirà ai pastori di entrare a far parte di Fire Flocks. Il metodo di

validazione deve includere visite sul campo per certificare le operazioni e valutare i fattori in base a osservazioni e misurazioni che aiuteranno a prendere la decisione finale sull'impatto del pascolo sulla vegetazione forestale e, quindi, sul controllo del rischio di incendio. Dall'altro lato, circa 30 pastori di Girona hanno espresso interesse a far parte del progetto Fire Flocks. Al momento, il progetto sta lavorando con loro per: (a) selezionare le aree strategiche di pascolo, (b) definire il piano di pascolo e (c) stilare un elenco di macellai e ristoranti dove i prodotti possono essere venduti con l'etichetta Fire Flocks. Insieme alla Corporazione dei Macellai Artigiani delle Comarche di Girona, Fire Flocks sta descrivendo le normative per l'uso dell'etichetta Fire Flocks. Queste saranno la base dell'accordo tra i pastori e i macellai in relazione all'uso dell'etichetta Fire Flocks.

Documento di riferimento: Krumm, F.; Schuck, A.; Rigling, A. (eds), 2020: How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf. 640 p.

3.4. Spagna (Catalogna, Serra de Llaberia) – Un caso di gestione locale applicata di ecosistemi a rischio di incendio nel nord-est della Spagna

Progetto: Gestione degli ecosistemi a rischio di incendio

In sintesi: Un consorzio pubblico (**Consorci de la Serra de Llaberia**) gestisce l'Area di Interesse Naturale della Serra de Llaberia dal 2004. Gli obiettivi principali del consorzio sono la preservazione, la rivalutazione e la gestione multifunzionale dell'area. Il consorzio si concentra su: a) conservazione e gestione sostenibile; b) diffusione, promozione e educazione riguardo l'interesse ambientale dell'area; c) inserimento sociale e occupazionale, impiego e formazione di persone a rischio di esclusione sociale; d) supporto tecnico per consentire ai comuni (proprietari terrieri, associazioni forestali, enti locali e altre entità) di accedere a fondi europei e nazionali per la redazione di documentazione tecnico-scientifica e la direzione tecnica dei lavori forestali; e) promozione ed esecuzione di azioni per la prevenzione degli incendi boschivi; f) fornitura di strutture e informazioni ai visitatori.

Sito web: <https://www.serrallaberia.org/>

Localizzazione: Catalogna, Tarragona

Contesto territoriale: La **Serra de Llaberia** è una catena montuosa situata nella provincia di Tarragona, nel nord-est della Spagna. La catena prende il nome dal villaggio di Llaberia. L'area è inclusa nel sito Natura 2000 **Tivissa-Vandellòs-Llaberia** (ES5140009) e occupa 10.350 ha, con un'altitudine che varia da 181 m a 915 m. Questa zona mediterranea presenta un gradiente climatico tra un clima xero-termico marittimo e un clima xero-termico continentale, con estati calde e inverni miti, una temperatura media annuale di 13 °C e una precipitazione annua media di circa 650 mm. Il materiale di base è costituito da calcare e argille di rocce giurassiche e triassiche, con suoli scarsamente sviluppati. Le principali formazioni forestali sono rappresentate da popolamenti di **pino di Aleppo** (*Pinus halepensis*) e **leccete** (*Quercus ilex*) giovani, densi e omogenei. Ci sono anche residui di foreste di **pino nero pirenaico** (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii* var. *pyrenaica*) e **quercia quejigo** (*Quercus faginea*) dai regimi tradizionali-pastorali che includevano incendi a bassa intensità, con tolleranza agli incendi naturali causati dai fulmini.

Forma di gestione tradizionale: L'area è gestita da un consorzio pubblico (**Consorci de la Serra de Llaberia**) creato nel 2004. Nel 2009 il consorzio ha creato un'impresa forestale privata (**impresa del servizio ambientale della Serra de Llaberia**). Questa impresa esegue i principali lavori forestali pianificati dal consorzio e viene anche utilizzata da altre entità pubbliche e private e da aziende. La proprietà terriera è principalmente privata (7674 ha, 74%) e la maggior parte sono piccole proprietà (meno di 10 ha). I terreni pubblici rappresentano solo l'11% della superficie (1108 ha) e sono di proprietà dei comuni e del governo catalano. Ci sono anche 1567 ha (15%) di terreni privati attualmente gestiti tramite accordi di custodia. L'area è stata utilizzata per l'agricoltura (principalmente oliveti, nocioleti e vigneti) e altri usi tradizionali, principalmente l'allevamento estensivo e la silvicoltura multifunzionale. Il fuoco storico utilizzato dai pastori era la principale fonte di incendi a bassa e media intensità fino al XX secolo, creando formazioni forestali aperte di **pino nero pirenaico**, **pino domestico** (*Pinus pinea*) e **quercia quejigo**.

Habitat o formazione forestale target: foreste di *Pinus halepensis* (4731 ha), leccete (772 ha), foreste di pino nero (173 ha), foreste di *Quercus faginea* (120 ha), foreste di *Pinus pinea* (18 ha), foreste di latifoglie (19 ha), arbusteti (2548 ha), prati (213 ha), coltivi abbandonati (122 ha)

Obiettivi: Gli obiettivi principali sono la preservazione, la rivalutazione e la gestione multifunzionale dell'Area di Interesse Naturale della Serra de Llaberia.

Pressioni/minacce: Il paesaggio è stato fortemente modificato a causa dei cambiamenti nell'uso del suolo e dell'abbandono sequenziale dei terreni agricoli nel corso del XX secolo, passando dal 4% di copertura forestale all'inizio del XX secolo all'89% ai giorni nostri. L'abbandono dei terreni terrazzati un tempo utilizzati per l'agricoltura (principalmente oliveti, nocciolati e vigneti), che proteggevano il suolo e preservavano la vegetazione naturale nel recente passato, è stato progressivamente rimosso, causando gravi problemi di degrado del suolo. La riduzione di altri usi tradizionali, principalmente l'allevamento estensivo e la silvicoltura multifunzionale (per legname, legna da ardere, carbone o resine), ha permesso la rigenerazione di vegetazione secondaria caratterizzata dalla proliferazione di arbusti. Inoltre, il paesaggio ha subito un processo di omogeneizzazione con migliaia di ettari di foreste continue e altamente vulnerabili agli incendi. Dopo la metà degli anni '50, con l'abbandono rurale e lo spopolamento, il regime degli incendi è cambiato verso incendi ad alta intensità. L'area ha subito numerosi grandi incendi boschivi negli ultimi decenni. L'attività recente degli incendi si è rallentata grazie agli sforzi dei servizi antincendio e alla gestione forestale. Tuttavia, nonostante questi sforzi, i combustibili continuano ad accumularsi nelle foreste e, di conseguenza, c'è un continuo rischio di grandi incendi boschivi.

Descrizione del caso studio: La gestione dell'area mira a ridurre la vulnerabilità agli incendi boschivi e a ottenere una migliore adattabilità e resilienza all'aridità causata dai cambiamenti climatici.

La **gestione forestale** è incentrata sull'obiettivo di creare strutture forestali più mature, concentrando la biomassa sul legno degli alberi e non sui combustibili fini. Questo, insieme a minori gradi di continuità verticale e orizzontale delle formazioni forestali, aumenta le possibilità che i popolamenti forestali sopravvivano agli incendi, consentendo loro di evolversi in boschi maturi di tipo "open forest", che erano tipici dell'area e che sono critici per il mantenimento della biodiversità nell'area. Tutti i trattamenti vengono effettuati per ritardare il taglio finale. Negli ultimi cinque anni, sono stati considerati anche criteri per il mantenimento del legno morto nelle foreste a scopi di conservazione, mentre in passato non esistevano criteri tecnici per lasciare legno morto sul sito o per generarne di nuovo a fini conservativi per le specie. I trattamenti applicati nell'area seguono le **linee guida regionali e i modelli silvicolturali per una gestione forestale sostenibile (ORGEST)** (Piqué et al., 2014) e forniscono informazioni pratiche, applicabili e aggiornate ai gestori forestali a livello operativo. L'area è stata pioniera nell'uso del **fuoco prescritto** (l'applicazione pianificata e precisa di incendi a bassa intensità) come strumento di gestione. Il fuoco prescritto può essere utilizzato per limitare l'intensità dei grandi incendi boschivi nell'ambito di piani di pre-estinzione e prevenzione, nonché per emulare processi naturali che consentono il mantenimento della capacità biologica degli ecosistemi. L'esecuzione degli incendi prescritti è effettuata sulla base di obiettivi predefiniti: proteggere l'ecosistema dal rischio di incendi devastanti, ripristinare e migliorare gli habitat di fauna e flora, e gestire le foreste.

Gestione forestale e prevenzione degli incendi: Il consorzio ha sviluppato una pianificazione forestale per l'intera area che ha permesso di dare priorità alle azioni in base all'efficacia della prevenzione degli incendi. Ha inoltre identificato i Punti di Gestione Strategica (SMP); gli SMP sono fasce a bassa combustibilità o fasce ausiliarie ancorate ai sentieri che permettono di concentrare le risorse per l'estinzione dei grandi incendi in modo più sicuro ed efficiente.

Un'altra attività importante legata sia alla gestione forestale che alla prevenzione degli incendi è la produzione di biomassa locale per il consumo locale. Recentemente è stato pianificato un nuovo sistema di riscaldamento urbano per edifici pubblici a Tivissa, e il consorzio fornirà biomassa gestita localmente e in modo sostenibile proveniente dagli SMP. Con lo stesso obiettivo, il consorzio coordina una rete di proprietari terrieri ed entità locali per dare priorità ad azioni di prevenzione degli incendi e alla manutenzione dei punti d'acqua per il servizio di estinzione degli incendi.

Allevamento estensivo locale: Il consorzio ha anche migliorato l'habitat per una razza locale di capre (Cabra Blanca de Rasquera), mantenendo spazi aperti e altre caratteristiche di cui hanno bisogno (vasche d'acqua e sentieri). Il consorzio ha anche collaborato con la scuola nazionale dei pastori antincendio per migliorare le condizioni dei pastori locali e aiutare i nuovi pastori giovani. In questo senso, il consorzio è coinvolto nei progetti Open2preserve e FireShepherds, che entrambi mirano a introdurre il silvopastoralismo estensivo come misura per prevenire gli incendi boschivi e promuovere la produzione di prodotti forestali locali.

Attività sociali: Il consorzio, con il supporto di una società specializzata nella formazione e nel lavoro, fornisce ai partecipanti assistenza nella ricerca di un impiego. I partecipanti devono seguire un programma biennale e vengono professionalmente formati in operazioni forestali. Successivamente, possono svolgere compiti come la manutenzione della rete di sentieri, la prevenzione degli incendi boschivi e la conservazione degli habitat nelle zone umide. Inoltre, restaurano strutture in pietra del patrimonio nazionale. Sono guidati dal personale tecnico del consorzio e sono sempre accompagnati da un caposquadra.

Attività culturali: Il consorzio si occupa della conservazione del patrimonio culturale dell'area. Migliora e mantiene la rete storica dei sentieri e restaura e mantiene gli elementi in pietra a secco, come i muri di contenimento per le terrazze, i sentieri lastricati, le calcaree e altri elementi unici costruiti con questa tecnica.

Documento di riferimento: Krumm, F.; Schuck, A.; Rigling, A. (eds), 2020: How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf. 640 p. (Language: English)

3.5. Spagna (Catalogna, Poblet) - Stand dimostrativi per la gestione forestale per l'adattamento ai cambiamenti climatici

Progetto: CANOPEE - Climate monitoring maps and adaptive management in a changing climate

In sintesi: il progetto CANOPEE è il risultato di un'ampia collaborazione tra tecnici e ricercatori forestali spagnoli, andorroni e francesi e mira a fornire risposte specifiche agli effetti del cambiamento climatico sulle foreste dei Pirenei e alle loro possibilità di adattamento. In questo contesto, il progetto mira a: 1) Rafforzare ed estendere il monitoraggio della fenologia delle principali specie forestali dei Pirenei, 2) sviluppare uno strumento per caratterizzare la vitalità degli alberi della catena pirenaica e la loro vulnerabilità ai cambiamenti climatici, 3) Mappare la distribuzione e la vulnerabilità (attuale e futura) delle principali specie forestali dei Pirenei in base a diversi scenari di cambiamento climatico, 4) Sviluppare e implementare azioni di gestione adattiva per ridurre al minimo gli impatti previsti.

Sito web: Canopee

Localizzazione: Poblet (Tarragona, Catalogna)

Contesto territoriale: Il popolamento si trova in un bacino chiuso di 45 ettari, con una pendenza media moderata-alta (circa il 30%) ed orientata verso nord-ovest (NW). L'altitudine è compresa tra 640 e 1080 m. Il clima è tipicamente mediterraneo, anche se con una tendenza alla continentalità. L'orientamento generale della foresta, verso nord, influenza il clima.

Forma di gestione tradizionale: Il bacino del Barranc de la Teula è stato gestito in modo intensivo per decenni e successivamente ha cessato di essere gestito. Di conseguenza, attualmente è presente un soprassuolo invecchiato, con scarsa vitalità, abbondanti ricrescite e bassi diametri (abbondanza di alberi non inventariabili)

Habitat o formazione forestale target: la formazione vegetale è un popolamento misto di leccio e corbezzolo accompagnato da maggiociondolo, rovere, acero e altre specie.

Obiettivi: Ottenere un popolamento forestale più adatto al progressivo aumento dell'aridità e alla maggiore ricorrenza e intensità di fenomeni estremi (come siccità, incendi o parassiti) derivanti dal cambiamento climatico attraverso 1) la riduzione della competizione, migliorando così la vitalità e lo stato idrico (maggiore efficienza nell'uso dell'acqua); 2) la conservazione e il miglioramento della biodiversità, compresa la promozione delle specie e degli individui più adatti alla siccità a partire dalle sementi (miglioramento della diversità genetica); 3) la riduzione a medio termine della vulnerabilità agli incendi, riducendo la continuità verticale e il volume della biomassa.

L'azione dovrebbe inoltre migliorare il bilancio idrico nel bacino (aumento dell'acqua blu) riducendo l'evapotraspirazione e aumentando l'infiltrazione e il deflusso superficiale.

Gli **obiettivi operativi** consistono in un disboscamento moderato, con un impatto principalmente sugli alberi non inventariabili. Da 4.000 alberi/ha a circa 2.000 alberi/ha, senza rimuovere più del 30% dell'area basale, né ridurre la copertura delle chiome al di sotto del 70%. Altro obiettivo operativo è quello di rispettare il rapporto iniziale leccio-corbezzolo, le specie accompagnatrici e gli alberi con singolarità.

Pressioni/minacce: il cambiamento climatico rischia di rendere molto più difficile la multifunzionalità delle foreste pirenaiche, provocando il declino di alcuni popolamenti produttivi o protettivi, alterazioni significative degli habitat di interesse e il deterioramento del paesaggio e dell'ambiente forestale. Per questo motivo, è sempre più evidente che i gestori forestali dei Pirenei devono anticipare questi cambiamenti, sviluppando congiuntamente strumenti per migliorare la conoscenza e aiutare il processo decisionale nell'attuazione di azioni di adattamento sul territorio.

Descrizione del caso studio: per valutare la situazione iniziale del soprassuolo forestale, il risultato dell'intervento e l'evoluzione del soprassuolo nel corso degli anni, è stata istituita un'area di saggio permanente all'interno del soprassuolo (8,9 ha) e un'altra nell'area di controllo (soprassuolo con le stesse caratteristiche, ma in cui non sono stati effettuati interventi). Entrambe le aree di saggio sono circolari e hanno un raggio di 15 m. Nell'area della seconda fase di abbattimento (11,8 ha), sono state istituite altre 3 aree di saggio inventariali (2 di raggio = 5m e 1 di raggio = 8m). La vegetazione è stata caratterizzata misurando l'area basale, il diametro di tutti gli alberi con diametro > 2,5 cm (e altezza > 130 cm) per specie, il conteggio degli alberi di diametro <2,5 cm (e altezza superiore a 130 cm) per specie, il numero di alberi ceppaia, la copertura e altezza media delle specie arbustive, e la copertura di specie erbacee.

Per studiare il bilancio idrico del bacino sono state applicate due metodologie:

- Applicazione del modello teorico MEFDFAE con la caratterizzazione del suolo in dettaglio: orientamento, pendenza, litologia (e classificazione del suolo), profilo e profondità media del suolo. Nell'elaborazione del profilo sono stati realizzati 4 livelli, raggiungendo una profondità di 80-100 cm. Per ogni livello sono state descritte la tessitura, la pietrosità e la densità apparente.
- Misure dirette della portata con la misurazione del bacino in questione e di un bacino di controllo "gemello". Queste misure sono state effettuate negli ultimi 20 anni dall'Università di Alicante, che fornirà informazioni sulle serie storiche e sul monitoraggio post-intervento.

Le caratteristiche dendrometriche pre-intervento sono le seguenti:

	Densidad (pies/ha)	AB (m ² /ha)
<i>Quercus ilex</i>	2766	24,72
<i>Arbutus unedo</i>	672	6,54
<i>Phyllirea latifolia-media</i>	101	0,68
<i>Quercus cerrioides</i> (humilis x faginea)	3	0,06
TOTAL pies inventariables (diámetro > 7,5 cm)	3575	32,20
TOTAL pies no inventariables (diámetro < 7,5 cm)	4341	8,99
PIES TOTALES	7379	41,19

Densidad cepas (cepas/ha)	2403
Media pies por cepa (pies/cepa)	3,85
Máximo de pies por cepa (pies/cepa)	16

La frazione di copertura della chioma pre-intervento era di circa l'85%, il diametro medio era di 10,7 cm e l'altezza media era di 6,25 metri. La copertura arbustiva era molto bassa. Nelle aree

con copertura della chioma più alta, questa era di circa l'8% e le principali specie presenti erano l'erica e la ginestra. Nelle aree leggermente più aperte dominava la genista, con una copertura fino al 20%. Anche la copertura erbacea era bassa, con valori compresi tra il 10 e il 40%, costituita principalmente da erbe e muschi.

Caratterizzazione quantitativa degli interventi: per raggiungere gli obiettivi prefissati, è stata prevista una netta riduzione (secondo il modello ORGEST riferimento Qii06), concentrandosi principalmente sugli alberi non inventariati (CD5) e rispettando il rapporto leccio-corbezzolo esistente.

L'intervento ha previsto l'estrazione del 53% degli alberi iniziali, in particolare 964 alberi/ha (CD \geq 10) e 2.512 alberi/ha non inventariabili (CD5). L'impatto dell'intervento è pari al 23% dell'area basimetrica (AB) iniziale, lasciando una AB finale di 25,7m²/ha. La copertura della chioma finale è del 75%. L'azione ha permesso di ridurre l'elevata competizione iniziale senza aprire la copertura delle chiome. È stata inoltre mantenuta la struttura mista del soprassuolo (rispettando le specie di accompagnamento), e si è cercato di creare una struttura poco vulnerabile ai grandi incendi boschivi.

Effetto degli interventi sul bilancio idrico: l'intervento comporterebbe una riduzione dell'indice di area fogliare (LAI) da 6,92 a 5,17 m²/m², principalmente a causa della riduzione del numero di alberi. Le conseguenze sul bilancio idrico previste dal modello includono un aumento dell'acqua sottratta da 136 a 172 mm/anno in media. D'altra parte, il modello prevede una riduzione della durata del periodo di stress da siccità, da 126 a 101 giorni/anno. 101 giorni/anno, in media, per *Quercus ilex* e *Arbutus unedo*.

Valutazione finale dell'intervento: l'intervento di taglio ha ridotto la concorrenza, consentendo una maggiore disponibilità di risorse per gli alberi rimasti. Si prevede che il miglioramento della vitalità del soprassuolo si rifletterà a medio e lungo termine in un aumento del volume di legno (crescita in diametro e altezza), che porterà a una maggiore fissazione di carbonio a livello individuale. Allo stesso tempo, mantenendo una copertura delle chiome elevata, si prevede di controllare la ricrescita (un effetto indesiderato, dato che l'obiettivo è ottenere una struttura regolare e meno vulnerabile ai grandi incendi e promuovere soprassuoli monopodiali e di maggiori dimensioni). I risultati dell'applicazione del modello teorico MEDFATE sembrano indicare che l'azione ha permesso di aumentare a breve termine sia l'acqua disponibile per la vegetazione sia quella in uscita dal bacino, poiché l'intercettazione iniziale è stata significativamente ridotta. Per quanto riguarda l'impatto reale osservato sulle portate, le misure delle portate in uscita dal bacino in questione rispetto a quelle del bacino di controllo (entrambi misurati) consentiranno, nei prossimi anni, di valutare i cambiamenti prodotti dall'azione. Infine, il trattamento selvicolturale ha preservato la biodiversità iniziale, mantenendo le specie inizialmente presenti e preservando gli alberi con singolarità (grandi alberi, alberi con microhabitat e legno morto). Una volta ridotti i resti dell'abbattimento (nei prossimi anni), si otterrà una struttura poco vulnerabile ai grandi incendi.

Documento di riferimento: Baiges Zapater T; Camarero Martinez JJ; De Cáceres M; Cazals P; Cantero Amiano A; Cervera Zaragoza T; Coll L; Delpi R; Komac B; Martin S; Navarro Perez De Pipaón L; Palero Moreno N; Pargade J; Rouyer E; Villiers T, 2019. CANOPEE - OPCC. Guía de gestión forestal para la adaptación al cambio climático de los bosques pirenaicos. 128 p. (Lingua: Spagnolo)

3.6. Spagna (Paesi Baschi, Vitoria - Álava) - Stand dimostrativi per la gestione forestale per l'adattamento ai cambiamenti climatici

Progetto: CANOPEE - Climate monitoring maps and adaptive management in a changing climate

In sintesi: il progetto CANOPEE è il risultato di un'ampia collaborazione tra tecnici e ricercatori forestali spagnoli, andorroni e francesi e mira a fornire risposte specifiche agli effetti del cambiamento climatico sulle foreste dei Pirenei e alle loro possibilità di adattamento. In questo contesto, il progetto mira a: 1) Rafforzare ed estendere il monitoraggio della fenologia delle principali specie forestali dei Pirenei, 2) sviluppare uno strumento per caratterizzare la vitalità degli alberi della catena pirenaica e la loro vulnerabilità ai cambiamenti climatici, 3) Mappare la distribuzione e la vulnerabilità (attuale e futura) delle principali specie forestali dei Pirenei in base a diversi scenari di cambiamento climatico, 4) Sviluppare e implementare azioni di gestione adattiva per ridurre al minimo gli impatti previsti.

Sito web: Canopee

Localizzazione: Vitoria/Gasteiz, Alava (Paesi Baschi)

Contesto territoriale: il popolamento oggetto di intervento si trova in boschi di pubblica utilità in villaggi situati a ovest del comune di Vitoria (Álava). Il comune di Vitoria è il terzo comune con maggiore estensione di boschi di leccio nei Paesi Baschi. Il popolamento è situato su una pendenza moderata (10-20%), orientata a Nord (N). L'altitudine varia tra 620-690 m.

Forma di gestione tradizionale: il popolamento è rappresentativo di grandi estensioni continue di leccio (*Quercus ilex*) nella Sierra de Badaia, derivante da trattamenti di ceduzione passato. Questi soprassuoli hanno attualmente cessato di fornire legname e legna da ardere a partire dagli anni '50 e '60 del secolo scorso. Si stanno capitalizzando le loro scorte di legname, fornendo occasionalmente legna da ardere, localmente, nelle aree più accessibili.

Habitat o formazione forestale target: Popolamenti di leccio, con presenza occasionale di ginepro.

Obiettivi: 1) regolare la competizione tra i polloni di leccio per le risorse idriche e aumentare così la vitalità del popolamento, 2) promuovere la diversificazione del popolamento, 3) ridurre l'evapotraspirazione del popolamento e migliora il bilancio idrico grazie all'aumento dell'infiltrazione e della quantità d'acqua.

Pressioni/minacce: il cambiamento climatico rischia di rendere molto più difficile la multifunzionalità delle foreste pirenaiche, provocando il declino di alcuni popolamenti produttivi o protettivi, alterazioni significative degli habitat di interesse e il deterioramento del paesaggio e dell'ambiente forestale. Per questo motivo, è sempre più evidente che i gestori forestali dei Pirenei devono anticipare questi cambiamenti, sviluppando congiuntamente strumenti per migliorare la conoscenza e aiutare il processo decisionale nell'attuazione di azioni di adattamento sul territorio. Nel presente caso studio, le cattive condizioni iniziali di questi alberi, generate da secoli di *recepado*, fanno sì che la loro crescita sia moderatamente bassa, con una fruttificazione scarsa o nulla e una bassa capacità di rispondere alle perturbazioni (attacchi di agenti biotici, siccità, nevicata, ecc.).

Descrizione del caso studio: gli obiettivi operativi consistono nell'effettuare un trattamento di diradamento selettivo misto: 1. Riduzione della densità dei polloni di leccio; 2. Pulizia del sottobosco; 3. Soltimento manuale e taglio dei germogli di leccio estratti per uso energetico (legna da ardere).

Sulla base dei dati di partenza, è stata scelta una particella rappresentativa di leccio che doveva essere tagliata per la legna da ardere a uso locale nei primi mesi del 2018. È stata inoltre scelta una particella di controllo vicina e della stessa dimensione e aspetto forestale, per poter valutare i cambiamenti futuri. Per la valutazione quantitativa delle caratteristiche del trattamento, è stato effettuato un inventario per confrontare le condizioni pre- e post-intervento sia della sottoparticella in cui si effettuano gli interventi che di una sottoparticella di controllo, non oggetto di intervento. In ognuno di essi è stata allestita un'area di saggio di circa 15 x 15 m, in cui sono stati misurati prima e dopo il trattamento: l'area basimetrica, la specie e il diametro di tutti gli alberi con DBH > 5 cm, la copertura (%) e l'altezza media di ogni specie arbustiva, e la copertura (%) per gruppo biologico delle specie erbacee (erbe e non erbe). Per ciascuna specie sono stati contati anche gli alberi con DBH < 5 cm, distinguendo tra quelli con altezza > 130 cm e quelli con altezza < 130 cm.

L'intervento ha avuto un effetto significativo sullo strato arboreo, che nell'area di saggio era composto esclusivamente da *Quercus ilex*. La densità di questa specie è passata da 2.894 a 1.180 alberi/ha, con una riduzione del 59,2%. Anche l'effetto sull'area basale è stato notevole, passando da 30,6 a 15,14 m²/ha, con una riduzione del 50,5%. A seguito dell'intervento, il diametro medio è aumentato da 11,6 a 12,5 cm.

Effetto dell'intervento sul bilancio idrico: è stata effettuata una simulazione del bilancio idrico mediante il modello Medfate. Secondo il modello di bilancio idrico, l'intervento comporterebbe una riduzione dell'indice di area fogliare (LAI) da 4,21 a 2,07 m²/m². Le conseguenze sul bilancio idrico previste dal modello includono un aumento dell'acqua esportata da 265 a 459 mm/anno in media. D'altra parte il modello prevede una riduzione della durata del periodo di stress da siccità da 88 a 20 giorni/anno in media per *Quercus ilex*, anche se questa stima non tiene conto della crescita dopo l'intervento.

Effetti degli interventi: l'applicazione del trattamento selettivo misto di ricaccio ha permesso di ottenere, da un lato, una significativa riduzione della densità e quindi della competizione nello strato superiore. Dall'altro lato, la densità dei polloni di leccio dominati e sottoposti (inventariati come giovani) è stata ridotta in modo più significativo, ottenendo così un miglioramento complessivo del vigore del soprassuolo. Il trattamento ha inoltre favorito la diversificazione del popolamento. Non solo sono stati rispettati tutti gli individui con un aspetto e una vitalità migliori, ma sono state migliorate le condizioni per il loro sviluppo grazie all'eliminazione della competizione intorno a ciascun individuo, compresa la rimozione della macchia. La futura valutazione degli interventi sarà seguita, in linea di principio, con due metodi:

Misurazioni dirette degli alberi. Sono stati installati diversi sensori di crescita, o dendrometri, all'altezza standard di 130 cm su alberi rappresentativi di ogni parcella e di diametro medio, sia nella particella diradata che in quella di controllo. L'obiettivo è quello di poter valutare in qualsiasi momento l'accrescimento diametrico di questi alberi, che può variare da una particella all'altra, non solo in funzione della concorrenza degli alberi vicini, ma anche delle condizioni climatiche o dalla presenza di perturbazioni. Le misure puntuali di questi dendrometri possono essere correlate con sensori automatici più precisi che misurano in modo continuo durante tutto l'anno, e che sono installati su un leccio ad Arkaute, a pochi chilometri dall'area di intervento.

Telerilevamento. In HAZI sono disponibili diversi strumenti web o visualizzatori basati sulle immagini gratuite dei satelliti Sentinel 2 e Landsat. Questi strumenti consentono, sia numericamente che visivamente, un monitoraggio continuo dello stato fitosanitario, della fenologia e del vigore di qualsiasi particella o popolamento arboreo.

- [comparatore di dati e immagini](#)
- [Generatore di animazioni da immagini multitemporali](#)

Documento di riferimento: Baiges Zapater T; Camarero Martinez JJ; De Cáceres M; Cazals P; Cantero Amiano A; Cervera Zaragoza T; Coll L; Delpi R; Komac B; Martin S; Navarro Perez De Pipaón L; Palero Moreno N; Pargade J; Rouyer E; Villiers T, 2019. CANOPEE - OPCC. Guía de gestión forestal para la adaptación al cambio climático de los bosques pirenaicos. 128 p. (Lingua: Spagnolo)

4. PINETE - Habitat 9530* Pinete (sub-)mediterranee di pini neri endemici

4.1. Spagna (Catalogna) - Gestione adattativa e close-to-nature in popolamenti di pino

Progetto: LIFE MIXFORCHANGE (LIFE15 CCA/ES/000060) - Strategie di gestione innovative per l'adattamento delle foreste miste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici

In sintesi: L'obiettivo principale del progetto è contribuire all'adattamento e alla maggiore resilienza delle foreste miste subumide mediterranee ai cambiamenti climatici, favorendo la loro conservazione e il mantenimento delle loro funzioni produttive, ambientali e sociali. In particolare, il progetto mira a: i) sviluppare e implementare tecniche di gestione forestale innovative, che consentano alle foreste di adattarsi ai cambiamenti climatici e di migliorare il valore ecologico ed economico nel medio termine; ii) sviluppare nuovi strumenti per integrare l'adattamento delle foreste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici nelle politiche e nelle leggi sulla gestione forestale; iii) sviluppare nuovi strumenti per rafforzare l'economia legata ai prodotti forniti da queste foreste, prevenendo o invertendo il loro abbandono; iv) trasferire gli strumenti e le tecniche sviluppate e i risultati ottenuti tenendo conto dei principali stakeholder (proprietari di foreste, personale tecnico e pubblica amministrazione) a livello regionale, nazionale ed europeo, e sensibilizzare la società sulla sfida dell'adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici.

Sito web: www.mixforchange.eu

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: le attività del progetto sono state realizzate in 197 ettari di foresta mista del Mediterraneo subumido catalano, in quattro aree geografiche del nord-est della Spagna. Le quattro aree in cui sono stati localizzati gli stand dimostrativi pilota sono:

- Montnegre-Corredor: Condizioni litoranee di bassa montagna (altitudine massima 760 m, distanza dal mare <10 km), temperature calde e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi, densamente popolati. Substrati silicei.
- Montseny: Condizioni pre-litoranee di alta montagna (altitudine massima 1700 m, distanza dal mare 20-40 km), temperature invernali basse e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi. Substrati silicei.
- Bellmunt-Collsabra: condizioni di montagna mediterranea continentale (altitudine massima 1300 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendii elevati. Substrati silicei e calcarei.
- Ripollès: Condizioni di montagna mediterranea continentale, in transizione verso l'eurosiberiano dai Pirenei (altitudine massima 1500 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendenze elevate. Substrati silicei e calcarei.

Forma di gestione tradizionale: gestione forestale convenzionale o nessun intervento selvicolturale negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di utilizzo piuttosto intenso.

Habitat o formazione forestale target: Pinete mediterranee

Obiettivi: L'obiettivo generale degli interventi è promuovere la resistenza e la resilienza dei popolamenti forestali di fronte ai principali impatti dei cambiamenti climatici, in un modo compatibile con la sostenibilità economica ed ecologica nel medio e lungo termine. In particolare, la gestione dei boschi di pino mira a generare e mantenere strutture diversificate in termini di strati e specie, con una forte presenza di querce e altre latifoglie. I pini vengono mantenuti nelle posizioni più favorevoli, dove non ostacolano lo sviluppo delle altre specie. L'obiettivo è accompagnare lo sviluppo delle latifoglie e il progressivo cambiamento della dominanza di pino nella copertura.

Pressioni/minacce: le foreste mediterranee sub-umide, di grande interesse ambientale, produttivo e sociale, sono soggette a minacce che mettono a rischio la fornitura di molti di questi servizi ecosistemici. Sebbene i popolamenti siano, in generale, misti e mostrino un certo grado di stratificazione, la forma di gestione prevalente ha progressivamente portato a una semplificazione strutturale e di specie. I boschi di pino mostrano spesso un processo avanzato di senescenza. Le foreste miste di pino e latifoglie tendono a strutturarsi con una chioma di pini (specie promossa in passato) e uno strato di sottobosco di latifoglie. Attualmente, le latifoglie mostrano un vigoroso sviluppo, mentre lo strato di pino appare consolidato e invecchiato, con la sua rigenerazione limitata dall'alta densità di latifoglie. La principale minaccia posta dai cambiamenti climatici in questo contesto è l'aumento dell'intensità delle siccità e degli incendi boschivi. Molte delle specie presenti (inclusi frassino, acero, castagno e alcune querce) sono poco adattate a questi disturbi, rendendole particolarmente vulnerabili. Molte di queste foreste si trovano in uno stato di abbandono, senza interventi selvicolturali negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di uso abbastanza intenso.

Descrizione del caso studio: nei popolamenti con una copertura arborea a bassa densità e con troppe poche latifoglie per generare uno strato completo, è possibile eseguire interventi di piantagione per arricchire il bosco, introducendo e rinforzando le specie di latifoglie e pini nei siti favorevoli. Negli interventi, vengono promossi individui e specie di latifoglie di valore, a condizione che presentino un'alta vigoria.

La struttura perseguita con la silvicoltura MixForChange nei boschi di pino varia in base alla vitalità e alla capacità di rigenerazione della chioma superiore di pino e dello strato di sottobosco di latifoglie:

Pini con scarsa vigoria e in fase di senescenza avanzata, con un sottobosco di latifoglie completamente stabilito e con capacità di sviluppo: si promuove una **eterogeneità su piccola scala** (singoli alberi o gruppi, a seconda del temperamento della specie), accompagnando la progressiva sostituzione della dominanza del pino. Queste tendono a essere zone in cui lo strato di latifoglie mostra un forte sviluppo, sia per la buona qualità del sito, sia per la copertura deficitaria della chioma di pino dovuta alla perdita di vitalità (età avanzata, effetto delle siccità ricorrenti) o per le tecniche di gestione precedentemente applicate.

Pini vigorosi con capacità di rigenerazione e/o un sottobosco di latifoglie ancora non consolidato: si promuove l'eterogeneità per macchie o gruppi, regolando la competizione tra la chioma superiore e quella di latifoglie per accompagnare lo sviluppo progressivo del popolamento.

A seconda delle condizioni del popolamento, gli interventi vengono adattati per progredire, attraverso un numero variabile di interventi di adattamento o transizione, verso la struttura finale desiderata. Quando la struttura soddisfa gli obiettivi generali perseguiti (eterogenea verticalmente e orizzontalmente, con processi di rigenerazione, alberi futuri ben formati, un

adeguato livello di capitalizzazione delle varie specie), le condizioni vengono mantenute tramite il diradamento selettivo, ossia un diradamento selettivo sugli alberi di tutte le dimensioni.

Gli interventi previsti nei popolamenti dimostrativi di pino includono:

Diradamento selettivo: Il primo passo consiste nella selezione di 200-400 alberi/ha destinati alla produzione futura (meno alberi se la proporzione di latifoglie selezionate e la dimensione degli alberi è maggiore), indipendentemente dalla densità totale. Gli alberi futuri destinati alla produzione includono principalmente pini vitali e ben formati o specie di latifoglie di valore, preferibilmente di classe di diametro 15 cm e oltre, ma con tempo per crescere, e anche individui importanti per la conservazione della biodiversità (specie poco rappresentate, alberi con microhabitat di interesse, alberi semenzai e produttori di frutti). Inoltre, possono essere considerati interventi di liberazione occasionale e potatura per gli alberi di latifoglie di valore che non raggiungono il diametro sopraccitato, a condizione che mostrino buona vigoria e fusti robusti e ben formati. Il diradamento selettivo consiste nel regolare la competizione a cui sono soggetti gli alberi futuri, eliminando i principali concorrenti a livello della chioma e anche a livello delle radici, se l'albero futuro è un pino. Gli alberi futuri tendono a far parte del livello dominante, motivo per cui il diradamento selettivo viene applicato frequentemente su strutture regolarizzate. Il numero di alberi da eliminare per ciascun albero futuro determina l'intensità del diradamento: come linea guida, tra 1 e 3 concorrenti vengono abbattuti, con un numero inferiore man mano che si selezionano più alberi futuri, la loro chioma è più compressa e il loro comportamento è più tollerante all'ombra. In generale, la superficie basale estratta non supera il 20-25%. Gli alberi abbattuti possono essere estratti o lasciati a terra, a seconda del loro valore. Un'altra possibilità è quella di anellare gli alberi concorrenti invece di abatterli per rendere l'esposizione alla luce degli alberi futuri più graduale. Gli individui vicini agli alberi futuri non identificati come concorrenti a livello della chioma vengono mantenuti, creando così uno strato di supporto che favorisce la corretta configurazione dell'albero selezionato e previene l'emergere di germogli epicormici. Nei popolamenti o nelle sezioni di un popolamento che si discostano dalle condizioni ottimali per applicare la silvicoltura **MixForChange** (struttura semplificata, densità molto alta e/o stratificazione limitata o assente), può essere considerato un diradamento selettivo misto, con un'intensità moderata, con un'estrazione massima del 35% della superficie basale iniziale. Il diradamento selettivo viene combinato con il diradamento a bassa intensità, cercando di ridurre l'alta densità dello strato dominato, in modo più o meno omogeneo su tutto il popolamento, e favorendo lo sviluppo degli alberi più adattati e vigorosi, con l'obiettivo di mantenere, a lungo termine, una copertura stabile e vitale che progredisca verso la capitalizzazione.

Selezione dei polloni: intervento utilizzato per regolare la competizione a livello di albero (specie pollonifere) che viene applicato sulle ceppaie con molti polloni, per concentrare la crescita sui polloni più sviluppati e ben posizionati, generalmente 1 o 2 per ceppaia. È un intervento tipico per specie con alta capacità di pollonifera, come il leccio e il castagno, che vengono tagliati intensivamente, eliminando più della metà dei polloni vivi da ciascuna ceppaia, mentre in specie come la quercia e l'acero si applica con minore intensità. In questo modo, si riduce la competizione e si migliora la vitalità a livello di popolamento.

Pulizia selettiva del sottobosco: eliminazione parziale della vegetazione dello strato di sottobosco, basata su una priorità di altezza, specie o vitalità. Facoltativamente, può essere stabilita una copertura totale obiettivo per ridurre la vulnerabilità complessiva agli incendi forestali. Nei popolamenti di pino che presentano da tempo una copertura arborea rada, è tipico uno strato di sottobosco sviluppato, con abbondanza di specie che richiedono luce. In questo

caso, il fitovolume di queste specie viene ridotto in modo intenso, rispettando alcuni individui di specie sporadiche con maggiore richiesta di ombra e/o produttori di fiori e frutti carnosi, per la loro importanza per la biodiversità. Nel caso di erica, corbezzolo e bosso, è consigliabile eseguire una selezione dei polloni (lasciando 1 o 2 polloni per ceppaia) invece di tagliare tutti i polloni, per limitare la successiva crescita di nuovi polloni.

Ringiovanimento: nei popolamenti con grande abbondanza di latifoglie giovani, una possibilità da considerare è l'abbattimento degli alberi malformati per generare nuovi polloni. L'individuo da ringiovanire è tipicamente giovane e deve mostrare capacità di pollonificazione e condizioni favorevoli di micro-sito. Gli individui abbattuti durante il ringiovanimento possono essere estratti o lasciati a terra, a seconda del loro valore commerciale.

Piantagione: rinnovazione artificiale nei migliori micro-siti, adattando la scelta delle specie a questi e utilizzando tecniche complementari per aumentare il successo, inclusi ripari individuali o correttori di suolo. Se la copertura arborea è rada a causa di disturbi intensi, una delle opzioni potrebbe essere quella di privilegiare conifere frugali (densità massima di piantagione di 400 alberi/ha), che durante il loro sviluppo creeranno le condizioni per l'insediamento e la consolidazione di una nuova coorte di latifoglie che necessitano di accompagnamento iniziale. Possono essere piantate anche latifoglie (10-150 alberi/ha) per arricchire i popolamenti dove sono scarse.

Abbattimento sanitario: in aree colpite da danni biotici o abiotici, viene eliminata una parte degli alberi morti o morenti, con sintomi di malattia o attacchi di parassiti, danneggiati da neve, vento, grandine, ecc.

Martellata: la martellata degli alberi futuri destinati alla produzione e dei loro concorrenti da abbattere viene eseguita su tutto il popolamento. Le squadre sul campo che eseguono le operazioni sono regolarmente accompagnate e formate.

Documento di riferimento: Coello J, Piqué M, Beltrán M, Coll L, Palero N, Guitart L. 2022. Adaptive and close-to-nature management in mixed sub-humid Mediterranean forests: holm oak, chestnut, common oak and pine woods. Forest Science and Technology Centre of Catalogna, Solsona (Lleida, Spain); Forest Ownership Centre, Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona, Spain). 104 p.

4.2. Spagna (Catalogna) - Conservazione e valorizzazione di foreste vetuste di *Pinus nigra laricio*

Progetto: LIFE+ Pinassa (LIFE13 NAT/ES/000724) – Gestione sostenibile per la conservazione delle foreste di pino nero in Catalogna

In sintesi: il progetto LIFE+ Pinassa, ha come obiettivo principale quello di migliorare lo stato di conservazione dei boschi di pino laricio (habitat 9530* - Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici) in Catalogna. A questo scopo, il progetto propone azioni dirette ai principali problemi e minacce che questo habitat affronta, in 10 Siti di Interesse Comunitario (SIC). Gli interventi di conservazione si basano sui seguenti obiettivi specifici:

- Migliorare la stabilità dei popolamenti di pino laricio, le condizioni di rinnovazione, lo stato della biodiversità e diminuire la vulnerabilità agli incendi forestali
- Aumentare la resistenza e la resilienza dei boschi di pino laricio a incendi forestali e al cambiamento climatico
- Elaborare piani di gestione che permettano di rendere compatibile la conservazione dei boschi con la loro utilizzazione a scopo produttivo e ricreativo
- Diffondere informazioni riguardanti la rete Natura 2000, l'importanza del valore ambientale di queste aree e di una loro gestione sostenibile.

Sito web: <http://lifepinassa.eu/?lang=es>

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: della superficie coperta dall'habitat 9530* in Catalogna, 23.058 ha (35%) sono inclusi in 28 Zone Speciali di Conservazione della rete Natura 2000. Per la realizzazione degli interventi atti a migliorare la struttura di boschi maturi di pino laricio sono state scelte 3 zone tra i pre-pirenei e la Catalogna meridionale, incluse in 3 ZSC per un totale di 41,33 ha. Inoltre sono stati individuati ulteriori 132,79 ha di boschi maturi di pino laricio da destinare a evoluzione naturale.

Forma di gestione tradizionale: i versanti coperti da boschi di pino laricio in Catalogna, venivano anticamente utilizzati per il pascolo e la produzione di legname, attività che favorivano lo sviluppo di strutture boschive aperte le quali permettevano di mantenere pascoli ombreggiati in un clima mediterraneo di montagna, con erba verde e appetibile più a lungo. per questo motivo, l'habitat del pino laricio è sempre stato favorito sui versanti di media montagna in Catalogna e non è mai scomparso nelle zone di Els Ports, Tivissa-Vandellòs e Llaberia. Tuttavia, con i cambiamenti socioeconomici avvenuti nel XX secolo, queste attività, e più in generale le attività economiche legate al contesto rurale sono state abbandonate, causando una progressiva densificazione dei popolamenti di pino laricio ed un mutamento della loro struttura con la crescita di alcune specie di querce nel piano dominato. Questi processi sono considerati come una delle cause che hanno provocato i grandi incendi forestali avvenuti negli anni 90 in Catalogna e che hanno interessato per la gran parte boschi di pino laricio.

Habitat o formazione forestale target: 9530*

Obiettivi: individuare boschi vetusti di pino laricio da destinare ad evoluzione naturale al fine di proteggerne le caratteristiche di naturalità e maturità che li distinguono. Inoltre, attraverso la

realizzazione di interventi selvicolturali, si mira a migliorarne la stabilità strutturale e garantire la conservazione e la rigenerazione a breve e a medio termine dei popolamenti a pino laricio che presentano le potenzialità per diventare boschi vetusti.

Pressioni/minacce: I boschi maturi di pino laricio in cui sono stati realizzati gli interventi presentavano problemi di stabilità, mancanza di eterogeneità della struttura, scarsa rinnovazione e mancanza di regolamentazione dell'uso pubblico.

Descrizione del caso studio: Per poter definire un bosco vetusto come tale, si può ricorrere a due tipi di valutazione: una prima analisi qualitativa che permette di valutare rapidamente se un popolamento soddisfa i criteri di maturità adeguati, e un inventario quantitativo che permette di quantificare le caratteristiche strutturali del popolamento per poterlo confrontare con altri.

Analisi qualitativa del popolamento: Si realizza un transetto rappresentativo del popolamento per osservarne le caratteristiche. Nel caso in cui il popolamento abbia una superficie inferiore ad 1 ha, la valutazione viene eseguita in tutta la sua estensione, prendendo in considerazione le zone in cui il bosco è più maturo. Per descrivere il popolamento si utilizzano diversi indicatori corrispondenti alle principali caratteristiche di naturalità associate ai boschi vetusti e a ognuno dei quali viene assegnato un punteggio. Per poter essere definito "bosco vetusto", il popolamento analizzato dovrà raggiungere un punteggio totale minimo stabilito in precedenza. Di seguito si elencano i principali indicatori da valutare in questa fase.

A) Caratteristiche base del popolamento: Località, coordinate UTM di un punto centrale del popolamento, superficie approssimativa; breve descrizione del bosco, indicando la specie arborea principale, le specie arboree accompagnatrici e le specie arbustive ed erbacee tipiche della comunità vegetale.

B) Indicatori strutturali:

- numero di specie arboree e relativo grado di copertura;
- Diversità strutturale: indicare se la struttura del bosco è regolare (il 90% degli individui appartiene alla stessa classe di età), semi-irregolare (il 90% degli individui appartiene a due classi di età consecutive), irregolare (tutte le classi di età sono presenti nel popolamento, o almeno il 90% degli individui appartiene a tre classi di età consecutive) o *adehesada* (popolamento formato da alberi di grandi dimensioni, spesso di basso portamento e dispersi nello spazio).
- Legno morto in piedi. Dagli esemplari arborei morti recentemente, agli alberi spezzati (snag), a partire da un diametro di 17,5 cm.
- Legno morto al suolo. Tronchi o grossi rami aventi un diametro a metà della loro longitudine maggiore di 17,5 cm.
- Esemplari vivi con presenza di microhabitat.
- Grado di copertura di aperture presenti nello strato delle chiome, create dalla caduta di alberi a causa di perturbazioni naturali o incendi. Non si considerano le aperture dovute alla discontinuità della struttura orizzontale del bosco o alla presenza di affioramenti rocciosi.
- Grado di copertura delle specie arboree con altezza > 10 cm e con diametro inferiore a 2,5 cm. Non si considerano le plantule germinate di recente e non ancora affermate.
- Rinnovazione in stato avanzato. Grado di copertura delle specie arboree di classe diametrica 5.

Analisi quantitativa del popolamento: gli inventari di tipo quantitativo devono essere effettuati in aree di saggio circolari permanenti aventi un raggio tra 15 e 25 m (Fig. 1, in allegato

"Rappresentazione schematica di un'area di saggio circolare". L'inventario degli esemplari vivi si effettua a distinti raggi concentrici. Da EUROPARC-España 2017). Le dimensioni delle ADS vanno adattate alle dimensioni del bosco (devono coprire tra il 5 e il 10% della superficie del popolamento).

Di seguito si elencano i principali indicatori da quantificare in questa fase.

A) Indicatori di naturalità:

- numero specie arboree autoctone presenti
- area basimetrica
- numero classi diametriche degli esemplari vivi, a partire dal DBH di 17,5 cm
- Altezza dominante della specie o delle due specie più abbondanti in termini di area basimetrica
- Volume degli alberi vivi (valore a ettaro), considerando solo gli esemplari con un diametro normale # 17,5 cm
- Numero degli strati verticali: strato inferiore (< 1/3 dell'altezza dominante); strato medio (tra 1/3 e 2/3 dell'altezza dominante); strato superiore (> 2/3 dell'altezza dominante). Ogni singolo strato verticale, per potersi definire tale, deve avere un grado di copertura > 20%.
- Numero esemplari di dimensioni eccezionali (aventi un diametro 3 volte superiore all'altezza dominante del popolamento).
- Volume di legno morto a terra e in piedi (m³/ha) considerando tronchi aventi diametro > 17,5
- Alberi vivi o morti che presentano microhabitat (N esemplari/ha)
- Numero di plantule e rinnovazione allo stato avanzato (N piantine/ha)
- Esemplari delle classi diametriche 10 e 15 (N esemplari/ha)
- Fasi silvogenetiche individuate nel popolamento in percentuale.
- Biodiversità. Specie di flora e fauna individuate e classificazione di queste in esotiche, minacciate o bioindicatrici.

B) Segni di intervento umano: descrizione degli indicatori degli elementi culturali nel popolamento, a seconda che siano risalenti a prima della prima fotografia aerea completa o recenti (dopo il 1946 o il 1956 ad oggi).

- Continuità temporale. Valutazione della struttura del popolamento nel tempo attraverso l'utilizzo di archivi storici, piani forestali, fotografie aeree.
- Usi agricolo-pascolivi. Identificati da segni di pascolo diretti o indiretti (briglie, muretti, aree terrazzate, rifugi, rovine, ecc.). Questi dati sono ottenuti dall'analisi sul campo, supportata da fotointerpretazione.
- Usi forestali. Presenza di ceppaie con polloni, alberi capitozzati ecc..
- Specie invasive. Grado di copertura delle specie invasive.
- Frammentazione. Un popolamento si considera isolato quando è circondato da una superficie di almeno 100 m di larghezza completamente deforestata.
- Caccia.
- Frequentazione in funzione della distanza da sentieri, piste o strade.
- Elementi archeologici. Segnalazione della presenza di elementi archeologici.

A partire dalle prime analisi effettuate, si definiscono gli obiettivi di gestione più adeguati a ciascun caso. I boschi che presentano un buono stato di maturità e naturalità, possono essere lasciati ad evoluzione naturale, mentre per i popolamenti che allo stato attuale sono caratterizzati da una struttura poco eterogenea e da problemi di rinnovazione e di competizione tra gli esemplari, ma che presentano le potenzialità per divenire boschi vetusti, si raccomanda di eseguire interventi selvicolturali per migliorarne le condizioni strutturali.

Gli **interventi da effettuare** nei popolamenti individuati, devono essere interventi selettivi che mirino a favorire lo sviluppo di boschi maturi con dinamiche naturali, caratterizzati da un maggior grado di resilienza a perturbazioni e cambiamento climatico.

- Nei popolamenti caratterizzati da scarsa biodiversità, sarà importante generare una maggiore quantità di legno morto a terra e in piedi, in modo da favorire la presenza di insetti saproxilici. Questo va fatto attraverso la tecnica della cercinatura, applicata a individui aventi diametro >20 cm.
- Nei popolamenti giovani, si provvede a diminuire la competizione per gli esemplari di miglior conformazione attraverso la realizzazione di tagli selettivi, per migliorare il processo generale di maturazione del bosco. In questi casi può avere un buon riscontro anche realizzare delle aperture nello strato delle chiome per diversificare la struttura del bosco. Inoltre si provvede all'eliminazione delle specie esotiche. Gli alberi selezionati per la loro eliminazione devono essere cercinati. In prossimità di piste forestali o di sentieri, gli esemplari da eliminare devono essere tagliati ad un'altezza di 40-50 cm per permettere lo sviluppo di funghi, insetti saproxilici e flora epifita e i tronchi devono essere lasciati a terra.
- Nei boschi di pino laricio che presentano una elevata vulnerabilità ai grandi incendi di chioma, si può intervenire attraverso la tecnica del fuoco prescritto con lo scopo di emulare le dinamiche naturali di un incendio di bassa densità e di creare una struttura boschiva meno vulnerabile agli incendi di chioma. È bene inoltre regolamentare l'uso pubblico di questi boschi, limitando le attività ricreative e consentendo l'accesso al bosco solo tramite visite guidate.

Il costo complessivo degli interventi di miglioramento della struttura dei boschi di pino laricio (tagli a scelta, cercinatura degli individui, pulizia del sottobosco selettiva) ammonta a 2.701 €/ha.

Documento di riferimento: Camprodon, J.; Guixé, D.; Sazatornil, V. 2018. Characterization and conservation guidelines for singular black pine forests. Life+ PINASSA. Publisher: Centre de la Propietat Forestal. 80 p.

4.3. Spagna (Catalogna) - Interventi selvicolturali volti a migliorare le condizioni di rigenerazione dell'habitat 9530*

Progetto: LIFE+ Pinassa (LIFE13 NAT/ES/000724) – Gestione sostenibile per la conservazione delle foreste di pino nero in Catalogna

In sintesi: il progetto LIFE+ Pinassa, ha come obiettivo principale quello di migliorare lo stato di conservazione dei boschi di pino laricio (habitat 9530* - Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici) in Catalogna. A questo scopo, il progetto propone azioni dirette ai principali problemi e minacce che questo habitat affronta, in 10 Siti di Interesse Comunitario (SIC). Gli interventi di conservazione si basano sui seguenti obiettivi specifici:

- Migliorare la stabilità dei popolamenti di pino laricio, le condizioni di rinnovazione, lo stato della biodiversità e diminuire la vulnerabilità agli incendi forestali
- Aumentare la resistenza e la resilienza dei boschi di pino laricio a incendi forestali e al cambiamento climatico
- Elaborare piani di gestione che permettano di rendere compatibile la conservazione dei boschi con la loro utilizzazione a scopo produttivo e ricreativo
- Diffondere informazioni riguardanti la rete Natura 2000, l'importanza del valore ambientale di queste aree e di una loro gestione sostenibile.

Sito web: <http://lifepinassa.eu/?lang=es>

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: della superficie coperta dall'habitat 9530* in Catalogna, 23.058 ha (35%) sono inclusi in 28 Zone Speciali di Conservazione della rete Natura 2000. Per la realizzazione degli interventi atti a migliorare la struttura di boschi maturi di pino laricio sono state scelte 3 zone tra i pre-pirenei e la Catalogna meridionale, incluse in 3 ZSC per un totale di 41,33 ha. Inoltre sono stati individuati ulteriori 132,79 ha di boschi maturi di pino laricio da destinare a evoluzione naturale.

Forma di gestione tradizionale: i versanti coperti da boschi di pino laricio in Catalogna, venivano anticamente utilizzati per il pascolo e la produzione di legname, attività che favorivano lo sviluppo di strutture boschive aperte le quali permettevano di mantenere pascoli ombreggiati in un clima mediterraneo di montagna, con erba verde e appetibile più a lungo. per questo motivo, l'habitat del pino laricio è sempre stato favorito sui versanti di media montagna in Catalogna e non è mai scomparso nelle zone di Els Ports, Tivissa-Vandellòs e Llaberia. Tuttavia, con i cambiamenti socioeconomici avvenuti nel XX secolo, queste attività, e più in generale le attività economiche legate al contesto rurale sono state abbandonate, causando una progressiva densificazione dei popolamenti di pino laricio ed un mutamento della loro struttura con la crescita di alcune specie di querce nel piano dominato. Questi processi sono considerati come una delle cause che hanno provocato i grandi incendi forestali avvenuti negli anni 90 in Catalogna e che hanno interessato per la gran parte boschi di pino laricio.

Habitat o formazione forestale target: 9530*

Obiettivi: attraverso le misure di gestione adottate, si vuole migliorare le condizioni di boschi di pino nero maturi che presentano difficoltà di rinnovazione e che sono caratterizzati da una

struttura semplificata e da uno scarso livello di biodiversità. Gli obiettivi specifici della pratica sono: 1) Favorire la rinnovazione naturale attraverso l'apertura della copertura delle chiome e la riduzione della densità dello strato arbustivo; 2) migliorare l'eterogeneità della struttura forestale, la complessità ecologica e la biodiversità dei boschi a scala di paesaggio.

Pressioni/minacce: i problemi di rinnovazione nei boschi maturi a pino laricio, spesso sono dovuti ad un insieme di fattori come una competizione eccessiva del sottobosco con le piantine, le condizioni di temperatura e umidità del suolo e il contatto con la componente minerale del suolo. Questi fattori, sono correlati con la copertura delle chiome, dello strato arbustivo e con la compattazione del suolo.

Descrizione del caso studio: gli interventi consistono nel migliorare le condizioni dei boschi per la rinnovazione, riducendo la densità e creando aperture nella copertura delle chiome a seconda delle esigenze di luce in ogni situazione specifica, estraendo fino ad un massimo del 40% dell'area basimetrica. Le problematiche principali di ogni popolamento, devono essere definite tramite la realizzazione di aree di saggio circolari permanenti di 15 m di raggio, all'interno delle quali vengono effettuati inventari relativi ai dati dendrometrici, e alle caratteristiche stazionali e del popolamento.

Gli inventari da effettuare prevedono la raccolta dei seguenti dati:

- Numero piante/ha
- Diametro di tutte le piante
- Altezza di tutte le piante
- Numero e specie di alberi di piccole dimensioni (< 7,5 cm di diametro)
- Grado di copertura dello strato arbustivo
- Altezza media dello strato arbustivo
- Tipo di vulnerabilità a incendi di chioma (bassa, moderata, alta)
- Categoria forestale
- Media legno morto in piedi e al suolo / ha
- Media cavità / km
- Ricchezza flora di interesse (N specie / km)
- Abbondanza flora di interesse (N individui / km)

Una volta acquisite queste informazioni, per la definizione degli interventi selvicolturali da effettuare, si possono consultare i modelli di gestione ORGEST relativi ai boschi di pino nero), tra i quali bisognerà scegliere il modello di gestione che richieda la minor modifica strutturale del bosco possibile.

Prima di effettuare gli interventi, gli esemplari da tagliare o sui quali eseguire la cercinatura devono essere segnati con spray uno a uno da un tecnico specializzato, utilizzando tre colori per definire meglio il tipo di intervento: 1) alberi da tagliare; 2) alberi da cercinare; 3) alberi da tagliare a un'altezza di 40-50 cm dal suolo e da rilasciare in bosco.

In generale, gli interventi prevedono:

- **Taglio di preparazione:** si estrae fino a un massimo del 40% dell'area basimetrica attraverso l'eliminazione degli esemplari dominati con lo scopo di iniziare a riavviare l'attività biologica del suolo, favorendo così il processo di rinnovazione. Inoltre sono oggetto di taglio gli esemplari di altre specie che formano uno strato di chiome che possa compromettere la fase di rinnovazione. Durante questa fase risulta molto importante rilasciare esemplari con buone caratteristiche per

la produzione di seme, e favorirne l'accrescimento. A questo scopo si procede alla riduzione della competizione diretta a livello di chioma.

- **Pulizia selettiva del sottobosco:** eliminazione parziale dello strato arbustivo, dando priorità alla conservazione dei gruppi di arbusti con minore potenzialità di accrescimento in altezza e di specie meno infiammabili. In particolare, nelle zone ad alto rischio d'incendio, risulta molto importante intervenire sullo strato arbustivo avente un'altezza >1,3 m riducendone la copertura. Si raccomanda di rilasciare approssimativamente il 25-30% della copertura arbustiva con altezza >1,3 m conservando le specie legnose protette e di interesse biogeografico e le specie produttrici di frutti carnosi.
- **Potatura bassa:** si applica alle specie a foglie caduche di altezza >4 m, eliminando i rami con foglie vive fino ad un'altezza dal suolo di 1,5-2 m.
- **Conservazione di alberi particolari:** si conservano alberi che presentano microhabitat, biforcazioni nella parte alta, nidi e alberi morti in piedi.
- **Generazione di legno morto:** si esegue la cercinatura degli alberi suscettibili alla formazione di cavità e nidi e che siano protetti dalle chiome degli alberi vicini per assicurarne la stabilità. Inoltre, gli esemplari sui quali applicare questa pratica, devono avere delle caratteristiche strutturali che ne garantiscano il mantenimento in piedi più a lungo possibile, tuttavia non dovrebbero essere scelti esemplari che presentino un legno con buone caratteristiche tecnologiche per la produzione di legname. In ogni caso, l'eventuale caduta di questi esemplari non deve interessare piste forestali, sentieri, o altri elementi di interesse. Oltre al legno morto in piedi, si provvede ad incrementare la quantità di legno morto al suolo attraverso il taglio di esemplari all'altezza di 40-50 cm e rilasciandone il tronco a terra. Questi alberi abbattuti dovranno essere distribuiti omogeneamente nel popolamento, dovranno essere lasciati a non meno di 20 m da piste transitabili e non devono compromettere le procedure di esbosco di altro materiale.

Il costo medio relativo ai diversi interventi:

- Pulizia selettiva del sottobosco: 800 €/ha
- Taglio di preparazione: 1990 €/ha
- Esbosco: 800 €/ha

Documento di riferimento: Camprodon, J.; Guixé, D.; Sazatornil, V. 2018. Characterization and conservation guidelines for singular black pine forests. Life+ PINASSA. Publisher: Centre de la Propietat Forestal. 80 p.

4.4. Spagna (Catalogna) – Ripristino dell'habitat 9530* in aree devastate da grandi incendi boschivi

Progetto: LIFE+ Pinassa (LIFE13 NAT/ES/000724) – Gestione sostenibile per la conservazione delle foreste di pino nero in Catalogna

In sintesi: il progetto LIFE+ Pinassa, ha come obiettivo principale quello di migliorare lo stato di conservazione dei boschi di pino laricio (habitat 9530* - Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici) in Catalogna. A questo scopo, il progetto propone azioni dirette ai principali problemi e minacce che questo habitat affronta, in 10 Siti di Interesse Comunitario (SIC). Gli interventi di conservazione si basano sui seguenti obiettivi specifici:

- Migliorare la stabilità dei popolamenti di pino laricio, le condizioni di rinnovazione, lo stato della biodiversità e diminuire la vulnerabilità agli incendi forestali
- Aumentare la resistenza e la resilienza dei boschi di pino laricio a incendi forestali e al cambiamento climatico
- Elaborare piani di gestione che permettano di rendere compatibile la conservazione dei boschi con la loro utilizzazione a scopo produttivo e ricreativo
- Diffondere informazioni riguardanti la rete Natura 2000, l'importanza del valore ambientale di queste aree e di una loro gestione sostenibile.

Sito web: <http://lifepinassa.eu/?lang=es>

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: della superficie coperta dall'habitat 9530* in Catalogna, 23.058 ha (35%) sono inclusi in 28 Zone Speciali di Conservazione della rete Natura 2000. Per la realizzazione degli interventi atti a migliorare la struttura di boschi maturi di pino laricio sono state scelte 3 zone tra i pre-pirenei e la Catalogna meridionale, incluse in 3 ZSC per un totale di 41,33 ha. Inoltre sono stati individuati ulteriori 132,79 ha di boschi maturi di pino laricio da destinare a evoluzione naturale.

Forma di gestione tradizionale: i versanti coperti da boschi di pino laricio in Catalogna, venivano anticamente utilizzati per il pascolo e la produzione di legname, attività che favorivano lo sviluppo di strutture boschive aperte le quali permettevano di mantenere pascoli ombreggiati in un clima mediterraneo di montagna, con erba verde e appetibile più a lungo. per questo motivo, l'habitat del pino laricio è sempre stato favorito sui versanti di media montagna in Catalogna e non è mai scomparso nelle zone di Els Ports, Tivissa-Vandellòs e Llaberia. Tuttavia, con i cambiamenti socioeconomici avvenuti nel XX secolo, queste attività, e più in generale le attività economiche legate al contesto rurale sono state abbandonate, causando una progressiva densificazione dei popolamenti di pino laricio ed un mutamento della loro struttura con la crescita di alcune specie di querce nel piano dominato. Questi processi sono considerati come una delle cause che hanno provocato i grandi incendi forestali avvenuti negli anni 90 in Catalogna e che hanno interessato per la gran parte boschi di pino laricio.

Habitat o formazione forestale target: 9530*

Obiettivi: ripristinare l'habitat 9530* nelle zone colpite da grandi incendi boschivi, promuovendo la rigenerazione del pino nero, dove la persistenza della specie risulta minacciata, ed il miglioramento delle condizioni dell'habitat

Pressioni/minacce: nei boschi di pino laricio colpiti da grandi incendi boschivi, la rigenerazione naturale di questa specie presenta vari problemi, che generalmente portano alla sua sostituzione con altre specie, e quindi alla perdita di habitat.

Descrizione del caso studio: al fine di definire gli interventi più appropriati per ogni situazione, si raccomanda di analizzare ogni popolamento per individuare i fattori limitanti sui quali intervenire.

Nota: si premette che gli interventi descritti di seguito non hanno un ritorno economico immediato per i proprietari forestali e devono essere considerati come un investimento necessario al ripristino ambientale. Pertanto, per affrontare le azioni di recupero dell'habitat, è necessario il coinvolgimento di amministrazioni, grandi proprietari terrieri e associazioni di piccoli proprietari terrieri.

In generale, gli interventi principali prevedono:

Riduzione della competizione. Si procede alla pulizia del sottobosco e al taglio delle altre specie arboree presenti che risultano in competizione con esemplari adulti o con la rinnovazione di pino laricio o che creano una continuità tra il sottobosco e lo strato delle chiome. Vanno rilasciate latifoglie e specie arbustive produttrici di frutti carnosi e devono essere conservati gli esemplari arborei aventi cavità sul tronco, indistintamente che siano vivi o morti, gli esemplari aventi nidi per uccelli di interesse e gli esemplari di grandi dimensioni e di portamento tortuoso che crescono tra rocce. Si consiglia inoltre di tagliare circa 20 alberi/ha ad una altezza maggiore del normale, lasciando un ceppo di circa 40 cm per favorire lo sviluppo di funghi e coleotteri saproxilici. Il materiale di risulta deve essere triturato in loco, accatastato o esboscato.

Messa a dimora di piantine (autunno). Deve essere effettuata nelle zone in cui scarseggia la presenza di individui adulti di pino laricio. Si utilizzano piantine di 1-2 anni provenienti dalla stessa regione biogeografica, le quali dovranno essere piantate a circa 6 m di distanza l'una dall'altra in gruppi, secondo l'orografia del terreno (evitando affioramenti rocciosi, zone con alta densità di vegetazione legnosa), per raggiungere una densità di 600 piantine/ha. Nelle zone caratterizzate da lunghi periodi di siccità, si raccomanda di irrigare periodicamente le piantine.

Semina (primavera). La semina deve essere effettuata sotto copertura di gruppi di individui di pino laricio adulti. La semina può essere realizzata attraverso i seguenti metodi:

- semina a spaglio (metodo più economico ma con meno probabilità di successo)
- semina a 5 cm sotto la superficie del suolo
- utilizzo di bombe di semi, realizzate aggiungendo 3-5 semi in un miscuglio di letame compostato e argilla e formando una pallina di 5 cm di diametro circa. Le bombe devono essere sparse direttamente sul terreno in zone protette dallo strato arbustivo o sotto copertura di individui adulti di pino laricio. È il metodo più costoso ma con più probabilità di successo.

Rifugi per pipistrelli. Si può procedere all'installazione di casette per pipistrelli nel caso in cui si voglia proteggere o favorire delle specie di interesse o minacciate, o per la lotta biologica contro la processionaria del pino.

Gli interventi di taglio e pulizia del sottobosco devono essere effettuati preferibilmente fuori dal periodo di nidificazione dell'avifauna (aprile-maggio), e non dovranno essere effettuati a meno di 200 m di distanza da nidi di rapaci forestali o rupicoli. È importante non effettuare la semina o la messa a dimora delle piantine in prossimità di sentieri o zone frequentate per turismo.

Costi medi a ettaro:

- Interventi di riduzione della competizione e triturazione del materiale di risulta: 3540 €
- Semina e messa a dimora delle piantine: 620 €

Documento di riferimento: Camprodon, J.; Guixé, D.; Sazatornil, V. 2018. Characterization and conservation guidelines for singular black pine forests. Life+ PINASSA. Publisher: Centre de la Propietat Forestal. 80 p.

4.5. Spagna (Catalogna) - Uso di tecniche selvicolturali e di fuoco prescritto per ridurre la vulnerabilità delle pinete di pino laricio agli incendi boschivi di chioma

Progetto: LIFE+ Pinassa (LIFE13 NAT/ES/000724) – Gestione sostenibile per la conservazione delle foreste di pino nero in Catalogna

In sintesi: il progetto LIFE+ Pinassa, ha come obiettivo principale quello di migliorare lo stato di conservazione dei boschi di pino laricio (habitat 9530* - Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici) in Catalogna. A questo scopo, il progetto propone azioni dirette ai principali problemi e minacce che questo habitat affronta, in 10 Siti di Interesse Comunitario (SIC). Gli interventi di conservazione si basano sui seguenti obiettivi specifici:

- Migliorare la stabilità dei popolamenti di pino laricio, le condizioni di rinnovazione, lo stato della biodiversità e diminuire la vulnerabilità agli incendi forestali
- Aumentare la resistenza e la resilienza dei boschi di pino laricio a incendi forestali e al cambiamento climatico
- Elaborare piani di gestione che permettano di rendere compatibile la conservazione dei boschi con la loro utilizzazione a scopo produttivo e ricreativo
- Diffondere informazioni riguardanti la rete Natura 2000, l'importanza del valore ambientale di queste aree e di una loro gestione sostenibile.

Sito web: <http://lifepinassa.eu/?lang=es>

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: della superficie coperta dall'habitat 9530* in Catalogna, 23.058 ha (35%) sono inclusi in 28 Zone Speciali di Conservazione della rete Natura 2000. Per la realizzazione degli interventi atti a migliorare la struttura di boschi maturi di pino laricio sono state scelte 3 zone tra i pre-pirenei e la Catalogna meridionale, incluse in 3 ZSC per un totale di 41,33 ha. Inoltre sono stati individuati ulteriori 132,79 ha di boschi maturi di pino laricio da destinare a evoluzione naturale.

Forma di gestione tradizionale: i versanti coperti da boschi di pino laricio in Catalogna, venivano anticamente utilizzati per il pascolo e la produzione di legname, attività che favorivano lo sviluppo di strutture boschive aperte le quali permettevano di mantenere pascoli ombreggiati in un clima mediterraneo di montagna, con erba verde e appetibile più a lungo. per questo motivo, l'habitat del pino laricio è sempre stato favorito sui versanti di media montagna in Catalogna e non è mai scomparso nelle zone di Els Ports, Tivissa-Vandellòs e Llaberia. Tuttavia, con i cambiamenti socioeconomici avvenuti nel XX secolo, queste attività, e più in generale le attività economiche legate al contesto rurale sono state abbandonate, causando una progressiva densificazione dei popolamenti di pino laricio ed un mutamento della loro struttura con la crescita di alcune specie di querce nel piano dominato. Questi processi sono considerati come una delle cause che hanno provocato i grandi incendi forestali avvenuti negli anni 90 in Catalogna e che hanno interessato per la gran parte boschi di pino laricio.

Habitat o formazione forestale target: 9530*

Obiettivi: ridurre la vulnerabilità dei popolamenti di pino laricio agli incendi di chioma. Partendo da questo obiettivo generale, gli obiettivi specifici sono: 1) ridurre il carico di combustibile dello strato arbustivo ed erbaceo; 2) aumentare la distanza tra le chiome dello strato arboreo e lo strato arbustivo per impedire che un incendio di superficie si possa convertire in un incendio di chioma; 3) diminuire la competizione tra strato arboreo e strato arbustivo e tra i singoli individui per favorire lo sviluppo di una struttura forestale più resistente allo stress idrico e pertanto meno vulnerabile agli episodi di siccità.

Pressioni/minacce: la maggior parte dei boschi di pino laricio in Catalogna sono costituiti da popolamenti monospecifici caratterizzati da una struttura a bassa stabilità, da un'insufficiente capacità di rinnovazione e da alto rischio di incendi forestali.

Descrizione del caso studio: la pratica si basa su due livelli di pianificazione:

1. individuazione di Punti Strategici di Gestione in cui effettuare gli interventi: i siti di intervento devono essere individuati in Punti Strategici di Gestione, ovvero in zone in cui possono essere effettuate facilmente le operazioni di controllo, rallentamento della propagazione e estinzione degli incendi. Il manuale sulla gestione degli incendi in ambito forestale di Piqué et al. (2011), disponibile in catalano tra gli allegati, raccoglie una serie di raccomandazioni per l'individuazione dei siti di intervento per la prevenzione di grandi incendi forestali
2. definizione delle azioni concrete finalizzate a diminuire il carico di combustibile nei siti d'intervento: la definizione degli interventi da attuare si deve basare sulle caratteristiche ecologiche e strutturali di ogni popolamento, le quali vengono inventariate tramite la realizzazione di aree di saggio circolari permanenti di 10 m di raggio, all'interno delle quali vengono raccolti i seguenti dati:
 - a. Numero piante/ha
 - b. Diametro di tutte le piante
 - c. Altezza di tutte le piante
 - d. Altezza chioma viva
 - e. Diametro delle chiome
 - f. Età media
 - g. Numero e specie di alberi di piccole dimensioni (< 7,5 cm di diametro)
 - h. Grado di copertura dello strato arbustivo
 - i. Altezza media dello strato arbustivo
 - j. Tipo di vulnerabilità a incendi di chioma (bassa, moderata, alta)
 - k. Categoria forestale
 - l. Media legno morto in piedi e al suolo / ha
 - m. Media cavità / km
 - n. Ricchezza flora di interesse (N specie / km)
 - o. Abbondanza flora di interesse (N individui / km)

Una volta raccolte queste informazioni si può procedere con la scelta del modello di gestione più appropriato tra i modelli di gestione ORGEST relativi boschi di pino nero. Nel contesto del LIFE+ Pinassa i modelli di gestione utilizzati per definire gli interventi selvicolturali e quelli di fuoco prescritto sono Pn03, Pn08 e Pn10.

In generale gli interventi prevedono:

Diradamento dal basso: eliminazione degli alberi dominati in maniera omogenea nello spazio, includendo gli esemplari non inventariabili (diametro <7,5 cm), se creano una continuità tra lo strato arbustivo e le chiome dello strato arboreo, gli esemplari malati e/o malformati. L'intervento non deve creare aperture nello strato delle chiome, eccetto quando si prevede di

eseguire un diradamento dal basso forte, in cui risulta necessario eliminare esemplari codominanti. In ogni caso, si deve sempre mantenere un grado di copertura delle chiome > 75%, per impedire un rapido sviluppo dello strato arbustivo.

Pulizia selettiva del sottobosco: eliminazione parziale dello strato arbustivo, dando priorità alla conservazione dei gruppi di arbusti con minore potenzialità di accrescimento in altezza, di specie meno infiammabili e di gruppi di arbusti che crescono nelle radure e non creano continuità con le chiome dello strato arboreo. In particolare, nelle zone ad alto rischio d'incendio, risulta molto importante intervenire sullo strato arbustivo avente un'altezza >1,3 m riducendone la copertura. Si raccomanda di rilasciare approssimativamente il 25% della copertura arbustiva con altezza >1,3 m conservando le specie legnose protette e di interesse biogeografico e le specie produttrici di frutti carnosì.

Potatura bassa: si applica alle specie a foglie caduche di altezza >4 m, eliminando i rami con foglie vive fino ad un'altezza dal suolo di 1,5-2 m.

Generazione di legno morto: si esegue la cercinatura di alberi con portamento retto, diametro a partire dai 20 cm e altezza superiore a 4 m. Inoltre, si tagliano alberi con un diametro > 15 cm ad un'altezza di 40 cm dal suolo e rilasciando il tronco a terra.

Fuoco prescritto: si elimina il sottobosco (strato erbaceo, arbustivo e piccoli alberi), mediante l'applicazione della tecnica del fuoco prescritto, per ridurre l'accumulo di combustibile forestale in zone definite. L'intervento si deve basare su un piano degli interventi di fuoco prescritto previamente approvato, nel quale vengono specificate le condizioni per effettuare l'intervento in sicurezza come ad esempio le condizioni meteorologiche, di umidità del combustibile e di vento, tali da garantire il controllo del comportamento e degli effetti del fuoco senza procurare danni al suolo, alla vegetazione e alla fauna. Inoltre, il piano degli interventi deve specificare l'obiettivo dell'azione, i lavori effettuati in precedenza per la preparazione al fuoco controllato, le risorse necessarie e le tecniche di accensione. I lavori preparatori, consistono nella realizzazione di fasce di delimitazione che servono a delimitare la zona sottoposta al fuoco. I resti vegetali generati durante i lavori preparatori devono essere distribuiti omogeneamente nella particella, in modo da evitare un'intensità troppo elevata del fuoco dovuta ad accumuli di ramaglie. Una volta conclusa la fase di accensione si procede con le operazioni di spegnimento, che consistono nel raffreddamento dei punti caldi e delle fasce di delimitazione. In condizioni di elevata siccità, per evitare la propagazione del fuoco, risulta necessario bagnare un'ulteriore fascia di 20 m dalla fascia del perimetro.

Monitoraggio: al fine di ridurre possibili impatti negativi dovuti al fuoco prescritto, una volta concluse le operazioni dovranno essere monitorati la temperatura del suolo (non deve essere troppo alta), e il processo di rigenerazione.

Documento di riferimento: Camprodon, J.; Guixé, D.; Sazatornil, V. 2018. Characterization and conservation guidelines for singular black pine forests. Life+ PINASSA. Publisher: Centre de la Propietat Forestal. 80 p.

4.6. Italia (Toscana) - Il diradamento selettivo in popolamenti artificiali di *Pinus nigra*

Progetto: SelpiBioLife (LIFE13 BIO/IT/000282) - Selvicoltura innovativa per accrescere la biodiversità dei suoli in popolamenti artificiali di pino nero

In sintesi: il progetto vuole dimostrare gli effetti positivi di uno specifico trattamento selvicolturale su formazioni di origine artificiale di pino nero (*Pinus Nigra*). Tali effetti riguardano non solo l'accrescimento delle piante e la stabilità dei soprassuoli ma nello specifico anche la biodiversità a livello di sottobosco e dell'ambiente suolo (funghi, batteri, flora, mesofauna, nematodi). In particolare viene dimostrato l'effetto di un diradamento innovativo di tipo selettivo rispetto alla modalità tradizionale (diradamento dal basso) e all'assenza di trattamento su popolamenti di pineta in fase giovanile. Si dimostra che questa tecnica gestionale, oltre a stimolare la crescita delle piante e la stabilità dei popolamenti forestali, modificando la modalità di copertura delle chiome, determina un diverso regime di luce, acqua e temperatura a livello del suolo favorendo l'accrescimento della biodiversità e la funzionalità complessiva dell'ecosistema con conseguente incremento del valore economico, turistico e di protezione idrogeologica.

Sito web: <https://www.selpibio.eu/>

Localizzazione: Regione Toscana

Contesto territoriale: In Toscana, i boschi composti prevalentemente da pino nero e pino laricio si estendono per una superficie totale di circa 20.500 ettari. Nell'area pilota del Pratomagno la pineta ha un'età media di 59 anni (nel 2015). Si tratta di una pineta coetanea e monostratificata con assoluta prevalenza di pino laricio, associato localmente a gruppi di abete bianco (soprattutto alle quote più elevate dell'area) e un contributo marginale di sporadiche specie di latifoglie. Tutte le altre specie rappresentano complessivamente il 13,8% dell'area basimetrica. La densità della pineta è troppo elevata per l'età del popolamento rispetto al modello di resa, che prevede circa 800 piante per ettaro. Le piante di pino laricio di caratteristiche medie hanno un rapporto di snellezza di 65, a testimonianza di un buon grado di stabilità media del soprassuolo. Nell'area pilota del Monte Amiata la pineta aveva un'età media di 44 anni (nel 2015). Questa pineta è monostorica, di seconda classe di fertilità rispetto al modello di resa del pino nero in Toscana. La composizione specifica è a prevalenza assoluta di pino laricio, associato localmente ad altre specie (soprattutto cerro) provenienti principalmente da lembi di residui di uso del suolo precedenti (cedui e pascoli degradati con querce isolate). In termini di percentuale di area basale, le altre specie contribuiscono alla composizione specifica per meno del 3% del totale. La diversità delle specie arboree sporadiche è molto più mista in termini di numero di specie rispetto al popolamento del Pratomagno. La densità media della pineta è inferiore a quella del Pratomagno anche se la pineta è più giovane. Probabilmente alcuni tratti di pineta, in passato, sono stati esposti a un leggero diradamento dal basso. I pini larici di caratteristiche medie hanno un rapporto di snellezza di 75, valore superiore a quello riscontrato nel Pratomagno, anche se nell'intervallo di stabilità per la specie.

Forma di gestione tradizionale: La foresta del Pratomagno deriva da un'imponente opera di rimboschimento che ha avuto inizio dal 1954. Obiettivo primario del rimboschimento fu ricostituire rapidamente la copertura boschiva su vaste aree acclivi prive di vegetazione per

finalità di protezione idrogeologica. Ad un decennio circa dall’impianto tutte le aree rimboschite furono oggetto di ripuliture. Dal 1980, il complesso è stato oggetto di 3 piani di gestione di cui l’attuale è in vigore fino al 2021. I primi due piani si limitavano a fornire prescrizioni colturali (sfolli e primi diradamenti), con l’ultimo piano si comincia a riflettere sul trattamento complessivo delle pinete. In pratica la strategia gestionale si indirizza ad un graduale progredire della pineta verso la trasformazione in bosco misto a struttura stratificata tramite interventi puntuali (metodo selvicolturale “orientato”). In pratica si esce dal concetto di turno e si prospetta una permanenza della pineta di lungo termine. Fino al 1936, l’area del Monte Amiata era coperta per lo più aree pascolive intervallate da seminativi e aree occupate da cedui misti a prevalenza di querce. Fino al 1954 si assiste ad un incremento della superficie boscata dovuta con molta probabilità all’abbandono delle attività agricole. Attualmente l’effetto del rimboschimento si traduce in una copertura pressoché totale.

Habitat o formazione forestale target: Foreste artificiali di pino

Obiettivi: dimostrare come una modalità di trattamento selvicolturale innovativa in pinete di Pino nero migliori la multifunzionalità del bosco, ottimizzando le caratteristiche del popolamento nei confronti della stabilità meccanica complessiva (funzione protettiva), della capacità di crescita delle piante (funzione produttiva), della differenziazione strutturale (funzione di aumento di biodiversità). Particolare riguardo viene dato alla funzione di protezione idrogeologica e all’aumento della biodiversità dell’ambiente suolo (funghi, batteri, flora, mesofauna, nematodi).

Pressioni/minacce: Le pinete appenniniche sono generalmente monospecifiche e monoplane.

Descrizione del caso studio: Si tratta di un regime di diradamenti liberi con selezione positiva. I diradamenti vengono definiti “liberi” quando non prevedono una specifica categoria di piante da asportare e si incentrano piuttosto sulle caratteristiche specifiche e fenologiche di quelle da rilasciare. Il diradamento proposto si prefigge di valorizzare un numero medio di soggetti di buona potenzialità di sviluppo. Vista la funzione preminentemente protettiva delle pinete di pino nero appenniniche, la “selezione” delle piante sarà effettuata su quei soggetti che garantiscano il massimo grado di stabilità meccanica, anche se, generalmente, i pini con un buon grado di stabilità sono pure quelli di miglior potenzialità produttiva. Per comodità di trattazione questa modalità di intervento sarà d’ora in poi definita “diradamento selettivo”. Sempre per praticità sarà adottato il termine “candidate” per le piante selezionate di buona vigoria da valorizzare con gli interventi. Il presupposto del diradamento selettivo adottato con il Progetto SelPiBioLife è agire con il primo intervento in una fustaia giovane (età 30-40 anni) non diradata o al massimo sottoposta a interventi deboli dal basso, ovvero la struttura più rappresentata attualmente nei popolamenti artificiali di pino nero appenninici.

Il metodo proposto si basa su valutazioni sperimentali ed ha la caratteristica di essere facilmente replicabile ed attuabile. Il metodo è valido per popolamenti da medio a buon vigore vegetativo a densità regolare e privi di evidenze patologiche in atto.

La martellata del primo diradamento selettivo è caratterizzata da:

1. selezione positiva delle piante candidate a costituire il popolamento di fine turno;
2. l’identificazione delle “dirette concorrenti” intese come tutte quelle che rappresentano un ostacolo alla libera crescita della chioma della candidata.

La selezione delle piante da valorizzare in boschi di conifere è difficilmente attuabile a stadi evolutivi precoci per via della scarsa differenziazione sociale e fenotipica dei soggetti arborei, che risulta

invece molto più evidente nella fase di giovane fustaia. La recente tendenza della selvicoltura delle pinete di pino laricio in Spagna ha recepito questa esigenza, proponendo (in un regime normale di diradamenti) i primi due interventi intercalari in fase giovanile come diradamenti meccanici o dal basso, per poi, a circa 30 anni, operare un diradamento con selezione di alberi di avvenire. Al primo intervento selettivo, negli stadi evolutivi di perticaia/giovane fustaia, si opera la selezione delle piante candidate, indipendentemente che il popolamento abbia densità di impianto oppure siano già stati effettuati precedenti interventi dal basso. Il numero medio di candidate dovrà attestarsi intorno alle 100 piante per ettaro. La densità di 100 piante ad ettaro (distanza media tra le piante di circa 10 metri) scaturisce dall'analisi dei modelli di sviluppo delle chiome del pino nero cresciuto in assenza di concorrenza laterale e da dati sperimentali presi ad hoc. Tale numero rappresenta la densità media ottimale della pineta ad età di 100 anni.

Per esigenze di semplicità e di facile replicabilità dell'intervento si suggerisce di scegliere le piante candidate in modo che sul terreno siano disposte spazialmente secondo un disegno regolare.

Si consiglia di operare la martellata con una squadra di due operatori.

Partendo dalla quota inferiore dell'area oggetto dell'intervento e procedendo per curve di livello a quote via via superiori, una volta scelta e marcata con una striscia di vernice la prima candidata, un operatore rimane accanto ad essa, mentre il secondo si sposta sulla seconda candidata. In tal modo sarà possibile valutare sinteticamente la distanza tra le candidate (circa 10 metri). Ripetendo l'operazione alle curve di livello superiori le strisce poste sulle candidate saranno di supporto per la corretta disposizione spaziale regolare tra le candidate. La regolarità della spazializzazione non è ovviamente una regola rigida. Le 100 piante per ettaro rappresentano un numero indicativo, così come anche la distanza dei 10 metri tra una candidata e l'altra deve essere considerata una distanza media. L'operatore dovrà di volta in volta valutare l'opportunità di variare tale regola in funzione della eventuale assenza di piante candidabili alla distanza teorica, oppure per emergenze locali di tipo stazionale (zone rocciose, scoscendimenti del terreno ecc.).

Per la scelta delle piante candidate si dovranno valutare:

1. la composizione specifica;
2. la vigoria;
3. il grado di stabilità meccanica;
4. gli eventuali danni meccanici e/o patologici;
5. i nuclei di stabilità.

Con la scelta delle piante candidate si ha l'opportunità di indirizzare il popolamento dal punto di vista della composizione specifica. Si tratta di una scelta gestionale e strettamente dipendente dalle caratteristiche del popolamento oggetto dell'intervento. Le pinete di pino nero appenniniche, infatti, hanno spesso un certo grado di mescolanza specifica, dovuta o all'impianto localizzato di specie diverse dal pino al momento del rimboschimento (frequentemente acero montano e abete bianco alle quote più elevate o cerro, leccio o altre conifere quali il cipresso a quote più basse), oppure per la preesistenza del bosco degradato prima dell'impianto (spesso castagno o querce). La scelta di candidare altre specie rispetto al pino dovrà essere oculata e limitarsi a quei soggetti che, si reputa, possano garantire con la loro vigoria una buona reazione all'intervento. In presenza di specie sporadiche di alto valore economico (specie sporadiche di pregio) o ecologico (eventuali alberi habitat) sarà buona norma una loro scelta come candidate.

Le piante candidate dovranno appartenere al piano dominante del popolamento (e quindi dovranno essere caratterizzate da diametri ed altezze superiori ai parametri medi del popolamento). Saranno quindi privilegiati i soggetti dominanti che hanno vegetato per un lungo periodo sopra il piano delle chiome degli alberi loro adiacenti. È importante che le piante candidate abbiano una chioma il più possibile densa.

Vista la funzione prevalentemente protettiva delle pinete di pino nero appenniniche, la valutazione di questo parametro riveste la massima importanza. Nel diradamento selettivo delle pinete di pino

nero una fase molto importante è quella della scelta delle piante candidate. La scelta deve basarsi sul fenotipo in funzione della stabilità meccanica e della vigoria.

La scelta di effettuare questa modalità di diradamento è strettamente dipendente dalla presenza nel popolamento di un numero sufficiente di piante stabili da candidare. Boschi carenti di piante meccanicamente stabili dovranno essere trattati con altre modalità di diradamento.

La pianta candidata dovrà avere:

1. un basso rapporto ipsodiametrico (inferiore a 90);
2. una elevata profondità di chioma;
3. la chioma il più possibile simmetrica;
4. la chioma il più possibile ampia.

Le piante candidate dovranno essere esenti da danni di origine meccanica (stroncamenti o biforcazioni della chioma, danni da fulmine al fusto, danni da ungulati, ecc.) e da danni patologici (evidenza di corpi fungini o di attacchi di insetti). È possibile candidare gruppetti di due o più piante laddove si reputa che essi rappresentino un gruppo di stabilità (collettivi), costituito da insiemi di piante dominanti con chiome compenstrate tra loro. I gruppi di alberi candidati saranno considerati come una singola pianta candidata e quindi, come tali, seguiranno le regole del diradamento.

La fase successiva alla definizione delle candidate è liberare la loro chioma da quella delle immediate concorrenti. Le piante concorrenti sono quelle che intralciano direttamente lo sviluppo naturale delle chiome delle candidate. Ai fini dell'efficacia dell'intervento sarebbe quindi sufficiente liberare le candidate dalle piante dominanti e codominanti (nel piano superiore delle chiome) che siano in diretta competizione con esse. Affinché l'intervento abbia anche una maggiore efficacia nell'accrescere il grado di differenziazione strutturale del popolamento, e concorra ad aumentare le mutazioni microclimatiche al suolo (luce ed acqua) e favorire la biodiversità a livello del suolo, si raccomanda di asportare anche le piante del piano dominato limitrofo alla candidata. L'asportazione delle piante concorrenti ha lo scopo di liberare integralmente le chiome delle piante candidate creando discontinuità tra tutta la corona della chioma di ciascuna pianta candidata e quella delle sue potenziali future piante competitori.

La matrice del popolamento non soggetta direttamente al diradamento selettivo può essere trattata alternativamente con due modalità:

1. rilasciare integralmente questa frazione del popolamento;
2. effettuare nella matrice un diradamento dal basso di grado moderato.

Ambedue le scelte non incidono sulla funzionalità del sistema di diradamenti dal punto di vista tecnico. Si tratta infatti di asportare o meno una quota di soggetti del piano dominato, i quali non hanno comunque influenza sui rapporti di concorrenza del piano dominante. Tuttavia la scelta del rilascio integrale della matrice concorre a differenziare maggiormente la struttura (coesistenza di zone di popolamento dense e di micro gap nella copertura delle chiome).

I diradamenti successivi dovranno essere ripetuti nel momento in cui le chiome delle piante candidate saranno nuovamente in competizione con quelle delle loro dirette concorrenti. Il periodo di tempo tra un intervento e quello successivo (frequenza degli interventi) dipende da diversi fattori:

1. l'intensità del primo diradamento selettivo. Il periodo tra un intervento e quello successivo è direttamente correlato all'intensità del primo intervento (e quindi alla distanza tra le chiome venutasi a creare in seguito al diradamento);

2. lo stadio evolutivo del popolamento. La maggior capacità reattiva di crescita delle piante a stadi evolutivi giovanili fa supporre una maggiore frequenza tra interventi se il primo diradamento selettivo è stato effettuato in fase di perticaia/giovane fustaia;
3. la fertilità della stazione (correlazione inversa tra grado di fertilità e frequenza degli interventi). I diradamenti successivi concettualmente seguono quanto già visto per il primo intervento. Punto cardine è sempre quello di operare in modo da liberare dalla competizione per la luce le chiome delle piante candidate al primo diradamento. Operativamente le piante candidate, attorno alle quali agire con l'intervento, saranno riconoscibili dalla striscia di vernice indelebile apposta nella fase della prima martellata selettiva. Laddove si riscontrino fallanze tra le candidate, oppure qualcuna di essa si presenti danneggiata, sarà possibile (se necessario) sostituire la candidata con un'altra pianta vigorosa limitrofa.

Documento di riferimento: Cantiani P. (ed), 2016. Selective thinnings. Increasing mechanical stability and biodiversity in black pine plantations. SelPiBioLife technical handbook (Language: English, Italian).

5. Approcci e tecniche generali

5.1. Italia (Toscana) - Selvicoltura delle specie sporadiche nei boschi misti

Progetto: LIFE PProSpOT (LIFE09 ENV/IT/000087) - Politica e tutela delle specie arboree sporadiche nelle foreste toscane

In sintesi: il progetto mira ad introdurre in Italia la tecnica della selvicoltura d'albero applicata alla gestione e alla conservazione delle specie arboree sporadiche. Tale approccio selvicolturale consiste nel realizzare diradamenti dall'alto attorno a un limitato numero di piante selezionate, dette piante obiettivo, dove si creano condizioni di illuminazione che ne favoriscono lo sviluppo della chioma, la fruttificazione e la produzione legnosa. Tale approccio ben si adatta alle specie sporadiche in quanto consente di applicare interventi di diradamento differenziati a seconda delle esigenze delle varie specie. La valorizzazione, anche economica, di queste specie rare e talvolta minacciate, è proposta per aumentare la biodiversità, la stabilità ecologica e il valore dei boschi attraverso una tecnica innovativa, integrabile con quelle tradizionali, che può essere facilmente diffusa. Il progetto ha realizzato 95 ha di intervento, due piani di gestione pilota, tre martelloscopi dove sono stati condotti numerosi corsi di formazione per operatori e tecnici del settore; modifiche del regolamento Forestale della Regione Toscana che hanno inserito la possibilità di realizzare interventi di selvicoltura d'albero e di matricinatura a gruppi nei cedui.

Sito web: <https://www.pprospot.it/>

Localizzazione: Regione Toscana

Contesto territoriale: il progetto si è sviluppato in due diversi contesti territoriali della Toscana: le Colline Metallifere caratterizzate da un clima prettamente mediterraneo e da boschi a prevalenza di cerro e l'Appennino Pistoiese caratterizzato da un clima montano e da boschi a prevalenza di castagno faggio e abete.

Forma di gestione tradizionale: nell'area delle Colline Metallifere sono foreste pubbliche del patrimonio agricolo e forestale della regione Toscana, caratterizzate dalla prevalenza di boschi cedui di cerro o misti di latifoglie e secondariamente da cedui di castagno attualmente gestiti a ceduo matricinato e in parte convertiti all'alto fusto. Le utilizzazioni del ceduo sono generalmente fatte vendendo il bosco in piedi a ditte private, mentre gli interventi di avviamento vengono generalmente fatti in amministrazione diretta. Anche nell'area dell'Appennino pistoiese e foreste appartengono al demanio regionale (Foresta dell'Abetone e del Melo). In questo caso dominano le fustaie di faggio e abete e secondariamente i cedui di castagno e cerro. Gli interventi forestali vengono sia appaltati a ditte private sia eseguiti in amministrazione diretta. Essendo foreste regionali pianificate gli interventi seguono le indicazioni dei piani di gestione

Habitat o formazione forestale target: castagneti, faggete, cerrete

Obiettivi: conservazione e valorizzazione delle specie sporadiche attraverso l'applicazione della selvicoltura d'albero. Si mira dunque a favorire la conservazione della biodiversità arborea, valorizzare la produzione di legname di pregio ottenibile da molte specie sporadiche presenti, e utilizzabile dopo 2-4 turni del ceduo, migliorando di conseguenza anche il suo valore economico.

Pressioni/minacce: nei boschi cedui italiani dell'area mediterranea e appenninica si riscontra una progressiva semplificazione della composizione specifica delle formazioni forestali, soprattutto a danno delle specie sporadiche. Tra i fattori di semplificazione si annovera: 1) la minore competitività di tali specie rispetto alle specie numericamente dominanti. La ceduzione ha determinato una progressiva riduzione delle specie sporadiche favorendo le specie dominanti e meglio adattate a questo tipo di gestione selvicolturale; 2) tecniche colturali che puntano a massimizzare la produzione di biomassa a fini energetici senza tenere conto delle potenzialità alternative (legname per mobili, artigianato ecc.); 3) progressivo invecchiamento dei boschi governati a ceduo che, passando a strutture simili a quelle delle fustaie, tendono a formare soprassuoli monospecifici e monoplani a svantaggio della presenza delle specie meno competitive; 4) scarsa conoscenza da parte di proprietari e imprese forestali di tecniche alternative rispetto a quelle tradizionali; 5) difficoltà nell'ottenere autorizzazioni per interventi non tradizionali di gestione del bosco, per mancanza di indicatori tecnici che consentano una semplice verifica della corretta esecuzione delle pratiche selvicolturali innovative.

Descrizione del caso studio: la selvicoltura d'albero consiste in diradamenti localizzati attorno ad alberi "obiettivo" al fine di favorirne la conservazione e la valorizzazione economica. L'applicazione deve essere fatta integrandola con la gestione della restante parte del soprassuolo. Nel caso dei cedui è consigliabile limitare questo tipo di approccio selvicolturale alle aree fertili, ben servite da strade e caratterizzate da un sufficiente numero di soggetti di specie sporadiche, in modo da rendere più agevole l'integrazione tra i due approcci selvicolturali. Una volta definite le zone dove vogliamo applicare gli interventi, è necessario per prima cosa selezionare e marcare i migliori individui di specie sporadiche (piante obiettivo) considerando i seguenti aspetti: vigoria della pianta, qualità del fusto, dimensione della chioma, distribuzione spaziale e rarità della specie sporadica.

Le piante obiettivo devono essere scelte rispettando una distanza minima tra i soggetti vicini selezionati (8-14 m) variabile in funzione della potenzialità di crescita della specie tale da permettere un adeguato sviluppo della chioma fino a maturità. Gli interventi selvicolturali attorno alle piante obiettivo si differenziano a seconda dello stato evolutivo del soprassuolo e del contesto in cui queste si trovano. Si possono pertanto riscontrare le seguenti situazioni:

Situazione tipo T1: si eseguono diradamenti localizzati dall'alto attorno alle piante obiettivo di specie sporadiche prima dell'utilizzazione del ceduo. Generalmente può essere consigliato un primo intervento verso la metà del turno di utilizzazione del ceduo. Le chiome delle piante obiettivo vengono liberate tagliando le principali piante concorrenti o in caso di soggetti poco stabili deprimendo l'accrescimento dei competitor mediante la tecnica del *casage* o della cercinatura.

Situazione tipo T2: si incontra quando è necessario utilizzare il soprassuolo con la ceduzione e le piante le piante obiettivo di specie sporadiche da rilasciare non sono sufficientemente sviluppate. In questo caso è necessario rilasciare attorno alle piante obiettivo un anello di protezione di polloni che protegga e ombreggi il fusto della pianta obiettivo riducendo il pericolo di emissioni di rami epicormici e di danni dovuti al brusco isolamento delle piante.

Situazione tipo T3: si incontra quando in corrispondenza dell'utilizzazione del ceduo si individuano piante obiettivo stabili con chiome sufficientemente sviluppate in grado di ombreggiare direttamente il fusto che hanno finito la fase di dimensionamento. In questo caso, se si decide di farle ancora crescere, è possibile rilasciarle al momento del taglio come piante singole.

L'applicazione di queste tecniche risulta più efficace se si interviene in soprassuoli giovani ed in particolare popolamenti caratterizzati da specie eliofile. Nei boschi di faggio (cedui o fustaie) la conservazione delle specie sporadiche è sicuramente più difficile data la forte tendenza del faggio a formare soprassuoli puri. In questo caso difficile risulta la conservazione di specie sporadiche esigenti di luce (sorbi, ciliegio, maggiociondolo, ecc.) che possono essere conservate agendo precocemente e limitatamente ad aree aperte come radure e lungo le strade. Più agevole risulta conservare specie sporadiche con temperamento simile al faggio (come tiglio, acero montano, tasso, ecc) che meglio tollerano la competizione del faggio.

Nelle fustaie la selvicoltura d'albero potrà essere applicata non solo per la conservazione delle specie sporadiche ma potrà essere applicata all'interno soprassuolo selezionando da 50-100 piante obiettivo ad ettaro selezionate intorno alle quali dovranno essere realizzati precoci e frequenti diradamenti dall'alto. Esperienze a tale riguardo sono state realizzate nell'ambito del progetto PProSpoT su fustaie di faggio (di 30 e 50 anni) originate da tagli successivi precedentemente mai interessate da diradamenti.

I **costi di intervento** sono variabili a seconda dello stato evolutivo del soprassuolo da pochi euro a pianta a qualche centinaio di euro se si considera anche l'esbosco. Possono essere utili le consultazioni dei manuali prodotti dal progetto.

Documento di riferimento: Mori P., Pelleri F. (eds), 2014. Silviculture for sporadic tree species. Extended summary of the technical manual for tree-oriented silviculture proposed by the LIFE+ project and PProSpoT. 34 p (Language: English, Italian).

Andrighetto N., Bruschini S., Ciucchi B., Fratini R., Marone E., Pettenella D., 2014. The economy of sporadic tree species. Financial evaluation of the tree-oriented silviculture: the results of the PproSpoT Project. 68 p. (Language: English, Italian)

5.2. Spagna (Catalogna) – Raccomandazioni pratiche per l'implementazione di interventi selvicolturali innovativi

Progetto: LIFE MIXFORCHANGE (LIFE15 CCA/ES/000060) - Strategie di gestione innovative per l'adattamento delle foreste miste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici

In sintesi: L'obiettivo principale del progetto è contribuire all'adattamento e alla maggiore resilienza delle foreste miste subumide mediterranee ai cambiamenti climatici, favorendo la loro conservazione e il mantenimento delle loro funzioni produttive, ambientali e sociali. In particolare, il progetto mira a: i) sviluppare e implementare tecniche di gestione forestale innovative, che consentano alle foreste di adattarsi ai cambiamenti climatici e di migliorare il valore ecologico ed economico nel medio termine; ii) sviluppare nuovi strumenti per integrare l'adattamento delle foreste mediterranee subumide ai cambiamenti climatici nelle politiche e nelle leggi sulla gestione forestale; iii) sviluppare nuovi strumenti per rafforzare l'economia legata ai prodotti forniti da queste foreste, prevenendo o invertendo il loro abbandono; iv) trasferire gli strumenti e le tecniche sviluppate e i risultati ottenuti tenendo conto dei principali stakeholder (proprietari di foreste, personale tecnico e pubblica amministrazione) a livello regionale, nazionale ed europeo, e sensibilizzare la società sulla sfida dell'adattamento delle foreste ai cambiamenti climatici.

Sito web: www.mixforchange.eu

Localizzazione: Catalogna

Contesto territoriale: le attività del progetto sono state realizzate in 197 ettari di foresta mista del Mediterraneo subumido catalano, in quattro aree geografiche del nord-est della Spagna. Le quattro aree in cui sono stati localizzati gli stand dimostrativi pilota sono:

- Montnegre-Corredor: Condizioni litoranee di bassa montagna (altitudine massima 760 m, distanza dal mare <10 km), temperature calde e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi, densamente popolati. Substrati silicei.
- Montseny: Condizioni pre-litoranee di alta montagna (altitudine massima 1700 m, distanza dal mare 20-40 km), temperature invernali basse e precipitazioni elevate (Foëhn), pendii ripidi. Substrati silicei.
- Bellmunt-Collsabra: condizioni di montagna mediterranea continentale (altitudine massima 1300 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendii elevati. Substrati silicei e calcarei.
- Ripollès: Condizioni di montagna mediterranea continentale, in transizione verso l'eurosiberiano dai Pirenei (altitudine massima 1500 m, distanza dal mare > 50 km), basse temperature invernali e precipitazioni medie, pendenze elevate. Substrati silicei e calcarei.

Forma di gestione tradizionale: gestione forestale convenzionale o nessun intervento selvicolturale negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di utilizzo piuttosto intenso.

Habitat o formazione forestale target: applicabile in generale

Obiettivi: La selvicoltura adattativa mira a promuovere la resistenza e la resilienza delle foreste agli impatti attuali e previsti dei cambiamenti climatici. L'obiettivo è quello di mantenere la vitalità dei boschi, favorendo la loro capacità di adattamento, mantenendo il loro ruolo di pozzi

di carbonio - mitigando gli effetti del cambiamento climatico - e di fornitori di beni e servizi essenziali, attraverso la gestione forestale.

Pressioni/minacce: Le foreste mediterranee subumide di grande interesse ambientale, produttivo e sociale sono soggette a minacce che mettono a rischio la fornitura di molti di questi servizi ecosistemici. Sebbene i popolamenti siano, in generale, misti e presentino un certo grado di stratificazione, la forma di gestione prevalente li ha progressivamente portati a un certo punto di semplificazione strutturale e delle specie. Molte di queste foreste si trovano in stato di abbandono, senza interventi selvicolturali negli ultimi decenni, dopo lunghi periodi di utilizzo piuttosto intenso. Inoltre, esistono pochi modelli di gestione per questo tipo di formazioni. Inoltre, le poche linee guida esistenti sulla selvicoltura sono, in generale, poco specifiche e marcatamente qualitative.

Descrizione del caso studio: gli interventi selvicolturali dimostrativi del progetto *MixForChange* hanno rappresentato una ricca esperienza di apprendimento pratico su tutti i livelli decisionali, dalla progettazione dei trattamenti alla loro implementazione e monitoraggio. Il metodo selvicolturale applicato si basa sulla riduzione della competizione e sulla promozione degli alberi più vitali, aumentando la complessità del bosco (sia a livello di specie che strutturale), conservando la biodiversità e promuovendo il valore produttivo dei boschi, diversificando i prodotti. Inoltre, l'applicazione di questa forma di selvicoltura incorpora principi di gestione *Closer-to-Nature* e a livello di singolo albero, supportando strutture a più strati, un alto livello di dettaglio negli interventi e un aumento della presenza di alberi di latifoglie sporadici, inclusi ciliegio, frassino, acero, sorbo, ecc., e altre specie potenzialmente utili per la produzione di legname di valore o dal punto di vista della biodiversità (specie rare, alberi con microhabitat rilevanti, ecc.). Da questa esperienza, è possibile estrarre raccomandazioni per replicare questo approccio silvicolturale innovativo, considerando le sue diverse fasi e le differenze rispetto alle pratiche più convenzionali, come descritto di seguito.

Fase di diagnosi: è essenziale possedere una conoscenza approfondita delle condizioni attuali dell'habitat, del popolamento e degli alberi che lo compongono, nonché delle dinamiche naturali, sia attuali che passate. In questo modo, sarà possibile determinare il potenziale e stabilire le opzioni di gestione per gli obiettivi proposti. Per catturare adeguatamente l'eterogeneità dei popolamenti misti, è necessario adattare gli inventari forestali, essendo possibile valutare la combinazione di inventari basati su parcelle con una stima esperta che attraversi il popolamento. Oltre agli indicatori quantitativi, dovrebbero essere utilizzati anche indicatori qualitativi per descrivere la variabilità e il potenziale osservato (ad esempio, incorporando una sezione di descrizione selvicolturale letterale nella diagnosi del popolamento).

Definizione della pianificazione su scala strategica: sulla base della diagnosi di ogni popolamento, viene definito il quadro generale di gestione a livello forestale (di proprietà). La prima decisione è assegnare obiettivi complessivi per ciascuna unità di intervento. Gli obiettivi di ogni popolamento devono tenere conto del suo contesto e dei popolamenti circostanti o associati per ubicazione o per infrastrutture di accesso e difesa, cercando la massima efficienza economica. Questo tipo di selvicoltura non deve essere applicato in ogni singolo popolamento, ma piuttosto possono essere combinati vari approcci gestionali, a condizione che gli obiettivi generali a livello forestale vengano mantenuti.

La priorità dei popolamenti in cui applicare questo approccio selvicolturale è una decisione cruciale, specialmente in una prima applicazione, poiché comporta un cambiamento nella gestione. I migliori risultati dell'approccio selvicolturale *MixForChange* si ottengono in

popolamenti ad alta produttività e con un certo livello di capitalizzazione e stratificazione sociale, ma con età intermedie (fase di sviluppo). In queste condizioni, il popolamento ha ancora la capacità di reagire e il tempo per evolvere verso una struttura adeguata per svelare il pieno potenziale di questa forma di gestione. Pertanto, è consigliabile dare priorità alla prima applicazione di questo sistema selvicolturale nei popolamenti più favorevoli, permettendo che la pratica e i risultati ottenuti incoraggino e facilitino la replicazione progressiva in altri popolamenti: popolamenti giovani e omogenei nella fase di "polloni" (con molto tempo davanti per adattare la struttura ma con poca capitalizzazione attuale) e, infine, in popolamenti più o meno eterogenei ma di età avanzata, nei quali potrebbe essere troppo tardi per raggiungere tutti gli obiettivi di questa forma di silvicoltura. La definizione del sistema di gestione da applicare in ciascun popolamento, sia adottando modelli di gestione di riferimento che descrivendo le caratteristiche selvicolturali per le formazioni attuali, deve incorporare una componente importante di flessibilità per includere tutti i principi di questo tipo di silvicoltura. La decisione esecutiva viene presa a livello di singolo albero o gruppo di alberi, considerando molti fattori osservati su piccola scala, motivo per cui le regole di gestione devono essere limitate a fornire i criteri di contesto.

Progettazione degli interventi selvicolturali: la progettazione viene definita sul campo e mai solo a tavolino. Pertanto, prima della progettazione, è necessario condurre una visita meticolosa dei popolamenti per visualizzare le conclusioni della diagnosi e acquisire un'idea precisa delle dinamiche in corso. Gli obiettivi sono proposti su una scala temporale lunga, motivo per cui non tutti i cambiamenti dovrebbero essere perseguiti in un singolo intervento. In ogni caso, l'intensità proposta deve permettere di apportare cambiamenti reali alle condizioni e di mantenere la capacità produttiva della foresta.

Nei popolamenti di gran parte del progetto, è stato ritenuto necessario riattivare la rigenerazione naturale, in particolare delle specie sporadiche. Pertanto, la progettazione deve tenere conto dei micro-siti favorevoli, prestando particolare attenzione all'ingresso della luce e allo spazio disponibile.

Un aspetto fondamentale è comunicare, in modo pratico, i criteri per selezionare gli alberi futuri di produzione: per il loro interesse commerciale o per la biodiversità. Nel primo caso, vengono selezionati alberi vigorosi e ben formati per produrre legname pregiato, tenendo conto del loro stato attuale e potenziale. Nel caso degli alberi futuri di produzione selezionati per la biodiversità, vengono prioritizzati gli alberi di specie sottorappresentate o con microhabitat di valore. Allo stesso modo, è essenziale garantire il trasferimento adeguato dei criteri di identificazione dei principali concorrenti degli alberi futuri di produzione, ossia gli individui che ostacolano più intensamente l'espansione della chioma dell'albero futuro di produzione. Pertanto, i principali concorrenti vengono identificati osservando la chioma e prendendo in considerazione anche il temperamento della specie, l'orientamento relativo e la posizione sulla collina. In generale, la maggior parte della competizione è esercitata dagli alberi più tolleranti all'ombra, situati a sud e in posizioni più elevate. Per quanto riguarda gli alberi futuri di produzione selezionati per il loro valore commerciale, è essenziale mantenere gli alberi circostanti che proiettano ombra sui loro fusti ma non competono a livello di chioma, poiché la loro eliminazione potrebbe indurre l'emissione di germogli epicormici sull'albero futuro di produzione.

Esecuzione: martellata. La martellata è un intervento essenziale per trasferire gli obiettivi dalla pianificazione e progettazione alla reale esecuzione. Questa martellata deve essere eseguita da professionisti qualificati nell'applicazione di questa forma di selvicoltura, e durante

la sua esecuzione devono essere prese in considerazione anche le operazioni di abbattimento degli alberi e di taglio (piste di carico e di estrazione, siti di accumulo, ecc.). Oltre a garantire un'applicazione dettagliata del sistema selvicolturale previsto, la martellata consente di aumentare la produttività e la sicurezza delle squadre che eseguono i lavori forestali. La raccomandazione generale è di eseguire una martellata completa del popolamento, preferibilmente prima di intraprendere qualsiasi altro intervento. Tuttavia, se la visibilità interna e la percorribilità sono gravemente ostacolate dalla vegetazione sottostante, potrebbe risultare utile effettuare un'operazione di diradamento prima della martellata, accettando che una certa quantità di informazioni dirette sulle condizioni di crescita di ciascun albero, in particolare degli alberi giovani, possa essere persa. Se il popolamento e l'intervento sono abbastanza omogenei e le squadre sono esperte, si possono considerare marcature parziali in zone di addestramento. Il codice di martellata (colori, forme, posizione dei segni) deve essere chiaro e concordato con tutto il personale coinvolto. È consigliabile marcare gli alberi da abbattere con vernice forestale, utilizzando un colore unico e molto visibile, nella posizione più evidente per il personale che esegue la martellata e per quello che eseguirà l'abbattimento (ad esempio, un punto rosso sul fusto sui lati a monte e a valle, più un punto sotto l'altezza a cui verrà abbattuto, che funge da controllo). Gli alberi futuri di produzione devono essere marcati con un altro colore e forma (ad esempio, una linea orizzontale bianca sui lati a monte e a valle) per facilitare una visione completa durante il processo di martellata e per indicare al personale addetto all'abbattimento che questi alberi non devono essere danneggiati. La martellata di altri alberi che devono essere necessariamente rispettati, sia per motivi di biodiversità, sia per esercitare un effetto favorevole sulla formazione di un futuro albero di produzione (ad esempio, alberi vicini che ombreggiano il fusto, senza competere per la luce), facilita anche l'esecuzione e previene malintesi. In ogni caso, è fondamentale garantire che i lavoratori che eseguono i lavori comprendano i criteri di gestione applicati, la cui trasmissione deve avvenire in modo graduale e con un monitoraggio periodico durante l'esecuzione. È consigliabile lavorare con squadre qualificate, altamente professionalizzate, con esperienza sufficiente e che si impegnano, di propria iniziativa, a seguire le regole di lavoro, prevenzione dei rischi, salute e sicurezza e ottimizzazione dei metodi e delle attrezzature, poiché rappresenta un fattore determinante per l'efficienza e i risultati dell'intervento (Garcia, 2022).

Implementazione della silvicoltura: interventi sugli alberi e sul sottobosco. Per l'esecuzione degli interventi, è consigliabile definire e applicare una serie di buone pratiche che abbiano un effetto favorevole sul mantenimento delle funzioni forestali. Si tratta di spiegare come implementare determinate azioni o cosa non fare durante l'abbattimento, la potatura, il carico e l'accumulo per migliorare l'efficienza e la sicurezza del lavoro e prevenire o minimizzare gli impatti negativi sull'ambiente.

Esempi di buone pratiche nelle operazioni sul livello arboreo: negli alberi da abbattere che sono in contatto con grandi rocce o che presentano una curvatura basale molto pronunciata, si lascia una ceppaia alta per facilitare l'abbattimento e la lavorazione (oltre a generare legno morto); non tagliare l'edera a meno che non sia molto abbondante e non influenzi gli alberi di produzione futuri; effettuare l'abbattimento e il carico senza danneggiare gli alberi futuri o giovanili e senza alterare i muschi sui tronchi o sulle rocce, le aree di accumulo o drenaggio dell'acqua, gli spazi rocciosi o le terrazze; non potare sopra la rigenerazione incipiente o piccoli ciuffi di erbe (soprattutto se ci sono specie fiorite); non caricare alberi di scarso valore se sono difficili da raggiungere; non tagliare gli alberi morti al suolo.

Esempi di buone pratiche negli interventi sul sottobosco: effettuare tagli puliti alla base senza lasciare punte appuntite che potrebbero rappresentare un rischio; non danneggiare gli individui giovanili delle specie arboree se non espressamente indicato nel progetto; non tritare materiale che non sia legnoso o con diametro inferiore a 5 cm; prevenire accumuli di detriti superiori all'altezza del ginocchio.

Classificazione dei prodotti: questa forma di selvicoltura dà origine a una vasta gamma di prodotti legnosi, il che rafforza la necessità già menzionata di impiegare squadre qualificate che ottimizzino la logistica di estrazione e classificazione, riducendo i tempi morti, evitando manipolazioni eccessive o facilitando i processi di carico e scarico. Nei primi interventi su popolamenti poco capitalizzati, i prodotti di maggiore valore appariranno in quantità molto limitate, per cui bisogna esplorare eventuali opzioni per concentrare l'offerta.

Follow up: La valutazione dei risultati, anche a breve termine, consente di migliorare le capacità e l'esperienza del personale coinvolto, sia per migliorare la progettazione di interventi futuri sul popolamento, sia per intervenire su nuovi popolamenti. È consigliabile monitorare regolarmente, oltre alle diagnosi fatte durante la revisione degli strumenti di pianificazione. In queste valutazioni, particolare attenzione va prestata all'impatto dei fenomeni climatici estremi sui popolamenti intervenuti.

I costi totali sono compresi tra 1,850 e 4,200 €/ha.

Documento di riferimento: Coello J, Piqué M, Beltrán M, Coll L, Palero N, Guitart L. 2022. Adaptive and close-to-nature management in mixed sub-humid Mediterranean forests: holm oak, chestnut, common oak and pine woods. Forest Science and Technology Centre of Catalogna, Solsona (Lleida, Spain); Forest Ownership Centre, Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona, Spain). 104 p.