



**FutureFor  
Coppices**

Shaping future forestry for sustainable coppices in southern Europe:  
the legacy of past management trials



## **Criterio 4 - Diversità biologica negli ecosistemi forestali**

### **Indicatori di Gestione Forestale Sostenibile**

# **Manuale**

Diversità di piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli  
come indicatori di gestione forestale sostenibile a scala locale:  
manuale di rilevamento

Guida per studi in campo



Novembre 2016



La revisione editoriale del manuale è stata curata dal personale di TerraData environmetrics (Giorgio Brunialti, Luisa Frati, Federico Zuliani, Martina Pollastrini, Marco Ferretti).

*Forma raccomandata di citazione:*

Bagella S., Brotzu R., Brunialti G., Filigheddu R., Frati L., Ferretti M., Landi S., Padovan F., Pisu D., 2016. *Diversità di piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli come indicatori di gestione forestale sostenibile a scala locale: manuale di rilevamento*. Documento LIFE FutureForCoppiceS, pp. 39.

## SOMMARIO

<b>Extended abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Riassunto esteso</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introduzione</b> .....	<b>7</b>
1.1 Importanza e significato dei nuovi indicatori .....	7
1.1.2 Licheni epifiti .....	7
1.1.3 Funghi lignicoli .....	8
1.1.4 Uccelli.....	8
<b>2. Scopi e applicazione</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Obiettivi</b> .....	<b>9</b>
<b>4. Localizzazione delle misurazioni e campionamento</b> .....	<b>9</b>
4.1 Piante vascolari .....	11
4.2 Licheni epifiti.....	11
4.3 Funghi lignicoli.....	11
4.4 Uccelli .....	12
<b>5. Misurazioni e osservazioni</b> .....	<b>12</b>
5.1 Piante vascolari .....	12
5.1.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità.....	12
5.1.2 Rilevamento .....	12
5.1.3 Identificazione delle specie .....	13
5.1.4 Attrezzatura necessaria .....	13
5.2 Licheni .....	14
5.2.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità.....	14
5.2.2 Rilevamento .....	14
5.2.3 Identificazione delle specie .....	15
5.2.4 Attrezzatura necessaria .....	16
5.3 Funghi lignicoli.....	17
5.3.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità.....	17
5.3.2 Rilevamento .....	17
5.3.3 Identificazione delle specie .....	18

5.3.4 Attrezzatura necessaria .....	18
5.4 Uccelli .....	19
5.4.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità.....	19
5.4.2 Rilevamento .....	19
5.4.3 Identificazione delle specie .....	20
5.4.4 Attrezzatura necessaria .....	20
5.5 Procedure di Assicurazione di Qualità (QA).....	20
<b>6. Gestione e analisi dei dati .....</b>	<b>21</b>
6.1 Revisione e validazione dei dati.....	21
6.2 Trasmissione dei dati validati al centro di raccolta .....	22
6.3 Suggerimenti per l'elaborazione dei dati .....	22
6.3.1 Screening dei set di dati.....	22
6.3.2 Analisi statistica.....	22
<b>7. Interpretazione dei dati .....</b>	<b>24</b>
7.1 Piante vascolari .....	24
7.2 Licheni .....	24
7.3 Funghi lignicoli.....	25
7.4 Uccelli .....	25
<b>8. Bibliografia ed ulteriori letture .....</b>	<b>26</b>
<b>9. Annessi .....</b>	<b>33</b>

## **Extended abstract**

The aim of this manual is to provide the guidelines for sampling and data management of possible new indicators of Sustainable Forest Management (SFM), within the Action B.4 of the project “Shaping the future for sustainable forestry coppices in southern Europe: the legacy of past management trials” LIFE14 ENV/IT/000514. The variety of life forms present in a forest ecosystem are quantified in this action; moreover their possible responses to different forest management options (traditional coppice, active conversion to high forest, and natural evolution) are investigated, and their functional role and their contribution to the overall diversity of the system through the study of indicators are assessed. The B.4 Action focuses on SFM indicators (Sustainable Forest Management) of Criterion 4, and proposes new possible indicators such as vascular plants, epiphytic lichens, fungi and birds. The meaning of each indicator proposed is explained, and detailed guidelines on sampling methods and on data processing and interpretation are given.

## **Riassunto esteso**

L'obiettivo di questo manuale è fornire le linee guida per il campionamento e la gestione dei dati dei possibili nuovi indicatori per la Gestione Forestale Sostenibile individuati nell'azione B.4 del progetto "Shaping the future for sustainable forestry coppices in southern Europe: the legacy of past management trials" LIFE14 ENV/IT/000514. Nell'ambito di questa azione vengono quantificate la varietà di forme viventi presenti in un ecosistema forestale, indagate le loro possibili risposte alle diverse opzioni di gestione del bosco (ceduo tradizionale, avviamento all'alto fusto ed evoluzione naturale), valutato il loro ruolo funzionale e il contributo alla diversità complessiva del sistema attraverso lo studio di indicatori. L'Azione B.4 si focalizza dunque sugli indicatori SFM (Sustainable Forest Management) del Criterio 4 e propone nuovi possibili indicatori quali piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli. Per ciascun indicatore proposto viene spiegato il significato e vengono date indicazioni dettagliate sulle modalità di campionamento e l'elaborazione e l'interpretazione dei dati.

# **1. Introduzione**

L'uso di indicatori di biodiversità consente di valutare in maniera sintetica lo stato di conservazione di un ecosistema in base alle risposte di organismi target in termini di biodiversità. In quest'ottica, il Criterio 4 di Gestione Forestale Sostenibile - diversità biologica negli ecosistemi forestali (Forest Europe, UNECE e FAO 2011) si pone l'obiettivo di valutare la varietà di forme viventi presenti in un ecosistema forestale, il loro ruolo funzionale e il contributo alla diversità complessiva del sistema, in base all'effetto delle varie opzioni gestionali sulla diversità biologica.

Nel presente Manuale, viene proposto l'uso di nuovi indicatori (piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli) da affiancare a quelli tradizionali già in uso e vengono descritte le procedure di rilevamento e gestione dei dati. Le metodologie proposte sono già collaudate per il monitoraggio di diversi ambienti, ma non ancora regolarmente applicate per quello degli ecosistemi forestali.

Gli indicatori tradizionali suggeriti nel Criterio 4 di Gestione Forestale Sostenibile sono utili soprattutto a scala regionale e nazionale. I nuovi indicatori dovrebbero essere più idonei per la valutazione a scala locale.

## **1.1 Importanza e significato dei nuovi indicatori**

### **1.1.1 Piante vascolari**

Le piante vascolari sono dei buoni indicatori ecologici in quanto i loro indici di diversità sono spesso congruenti con quelli di altri gruppi di organismi. Inoltre dal punto di vista tassonomico le piante vascolari sono tra i gruppi più conosciuti e questo rende il loro monitoraggio più facile e preciso rispetto a quello di altri organismi (Bagella 2014; Bagella et al. 2011, Chiarucci 2001).

### **1.1.2 Licheni epifiti**

I licheni epifiti sono stati ampiamente utilizzati come indicatori di continuità forestale soprattutto riguardo agli impatti determinati dalle pratiche selvicolturali (cfr. Will-Wolf & Scheidegger 2002). Lo studio della diversità lichenica nell'ambito di progetti di monitoraggio forestale può rappresentare un buon indicatore di Gestione Forestale Sostenibile se condotto seguendo apposite linee guida che ne stabiliscano le Procedure

Operative Standard (Standard Operating Procedures, SOPs).

### **1.1.3 Funghi lignicoli**

I funghi rivestono un ruolo rilevante come indicatori dello stato di salute degli ecosistemi forestali (Hainaut Développement, 2004). I funghi parassiti costituiscono una minaccia per gli alberi, dal momento che si sviluppano a carico dell'alburno, il legno vivo che si trova immediatamente sotto la loro corteccia. La loro azione non va interpretata però sempre in senso negativo, poiché le piante attaccate sono quelle più deboli (Hainaut Développement, 2004). Il monitoraggio di questi funghi è utile per indirizzare le azioni di difesa e per avere informazioni sulla biodiversità.

### **1.1.4 Uccelli**

Gli Uccelli sono ottimi indicatori ecologici poiché molte specie sono facilmente contattabili ed è possibile effettuare rilievi di tipo quantitativo (Sutherland 1996). Un'ulteriore prerogativa che li rende particolarmente adatti ad essere usati per questo scopo è la loro capacità di rispondere in modo relativamente rapido a cambiamenti ambientali significativi. Sono quindi un valido strumento di misura dello stato di salute del bosco (Rete Rurale Nazionale & LIPU 2013).

## **2. Scopi e applicazione**

Lo scopo del manuale è quello di fornire a tutti gli operatori coinvolti nel monitoraggio degli indicatori di sostenibilità di gestione forestale linee guida comuni per le fasi di raccolta, gestione, analisi e interpretazione dei dati relativi ai nuovi indicatori di biodiversità forestale (Tabella 1)

Tabella 1. Nuovi indicatori, variabili osservate e collocazione delle indicazioni sulle modalità di rilevamento nel manuale.

Indicatore	Variabili	Paragrafo
Piante vascolari	Specie presenti/copertura%	5.1
Licheni epifiti	Specie presenti/frequenza	5.2
Funghi lignicoli	Specie presenti	5.3
Uccelli	Specie presenti/n° contatti	5.4

### 3. Obiettivi

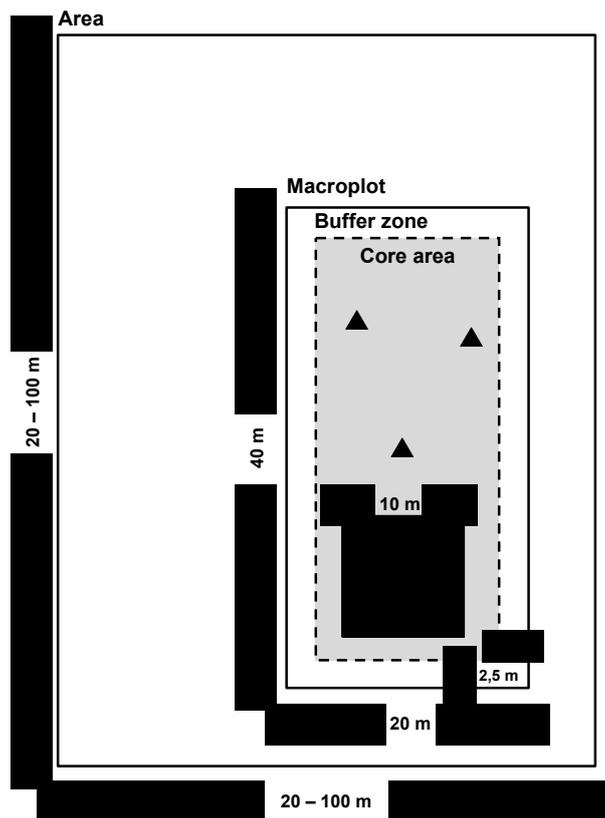
Il manuale presenta le Procedure Operative Standard (Standard Operating Procedures, SOPs) da adottare nel rilevamento dei nuovi indicatori di Gestione Forestale Sostenibile (piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli) proposti nell'ambito del progetto Life FutureForCoppiceS. Il progetto ha l'obiettivo di valutare in che modo diversi trattamenti selvicolturali influenzino la sostenibilità e l'efficienza dei boschi cedui. Lo scopo di queste linee guida è quello di fornire agli operatori coinvolti nel monitoraggio delle foreste un approccio comune alle fasi di raccolta, gestione, analisi e interpretazione dei dati. Questo favorirà una coerente attività di campagna (standardizzando le procedure di raccolta dati) e una migliore gestione delle fasi successive dell'indagine (determinazione delle specie, procedure di validazione, archiviazione, elaborazione e interpretazione dei dati).

### 4. Localizzazione delle misurazioni e campionamento

Questa parte del manuale fornisce un quadro di riferimento per l'ubicazione spaziale dei campionamenti, il metodo di selezione dei campioni e la loro numerosità.

I campionamenti dovranno essere eseguiti all'interno dell'area oggetto dei trattamenti selvicolturali di interesse. È in genere necessario far ricorso a procedure campionarie. Nel progetto LIFE FutureForCoppiceS, ad esempio, in ciascun sito sperimentale sono presenti aree trattate in maniera diversa l'una dall'altra, ma omogenee al loro interno. Entro ciascuna area è stato selezionato in maniera casuale un macroplot di forma rettangolare (20 m x 40 m) con una zona tampone indicata come *buffer zone* di 2.5 m (posizionata nella parte distale) e una zona interna indicata come *core area* (Figura 1; Ferretti *et al.* 2016).

Le misurazioni descritte in questo manuale si svolgono quasi tutte all'interno del macroplot (ed in particolare all'interno della *core area*, ad eccezione di quelle relative agli uccelli che si svolgono nell'ambito dell'intero sito; Tabella 2). La scelta del macroplot si è rivelata necessaria per poter comparare, con costi accettabili, aree altrimenti a superficie diversa. Ovviamente, è possibile campionare le stesse aree di interesse in maniera proporzionale alla loro superficie e secondo disegni campionari diversi.



*Figura 1 – Schema della localizzazione di misurazioni e campionamenti adottato nel progetto LIFE FutureForCoppiceS (Ferretti et al. 2016). Tranne per gli uccelli, che sono rilevati a livello di sito, gli altri indicatori sono campionati all'interno della core area. Nell'esempio, piante vascolari e funghi lignicoli sono rilevati nel plot di 10x10 m. I simboli triangolari indicano gli alberi selezionati casualmente per il rilevamento dei licheni epifiti.*

*Tabella 2 – Variabili e unità di riferimento per ciascun indicatore*

<b>Indicatore</b>	<b>Unità di riferimento</b>
Piante vascolari	plot (10 m x10 m)
Licheni epifiti	sub-unità (10 cm x50 cm)
Funghi lignicoli	plot (10 m x10 m)
Uccelli	sito

Nell'ambito del progetto LIFE FutureForCoppiceS le misurazioni sono state eseguite in siti forestali (faggete, leccete e querceti) localizzati in Toscana e Sardegna.

#### **4.1 Piante vascolari**

Il rilevamento delle piante vascolari deve essere effettuato all'interno di un plot di 10 m x 10 m individuato con una procedura casuale. In FutureForCoppiceS i plots sono stati individuati all'interno delle core area di ciascun macroplot. Per posizionare il vertice di partenza del plot sul campo sono state generate due coordinate espresse in metri e, a partire da un vertice del macroplot (selezionato a sua volta casualmente), è stata individuata la coordinata y sul lato lungo e la coordinata x sul lato corto del macroplot. Una volta individuato il vertice del plot, sono stati utilizzati picchetti e rotelle metriche per delimitarlo. Le coordinate del vertice di partenza sono state riportate nella scheda di rilevamento (Annesso 1).

Nel caso in cui una parte del plot ricada su discontinuità del substrato (fossi, carbonaie, ecc.) è necessario ricalcolare le coordinate casuali e procedere all'identificazione di un nuovo plot.

#### **4.2 Licheni epifiti**

Le osservazioni dei licheni epifiti devono essere effettuate su un campione di alberi con DBH  $\geq 16$  cm, circonferenza  $\geq 50$  cm, inclinazione del tronco  $< 30^\circ$  selezionati in maniera casuale all'interno dell'area di interesse. In FutureForCoppiceS, il campionamento ha riguardato la core area di ciascun macroplot (Figura 1) ed è stato effettuato su quattro alberi selezionati in maniera casuale semplice sulla lista degli alberi idonei al campionamento. Ovviamente, la numerosità può essere estesa a seconda delle necessità e della variabilità dei dati. Per la selezione della parte di tronco su cui effettuare le osservazioni è necessario fare riferimento alla procedura standard a livello europeo, che rappresenta un protocollo di lavoro oggettivo e sistematico (EN 16413) (vedi paragrafo 5.2.2).

#### **4.3 Funghi lignicoli**

Il campionamento dei funghi deve essere effettuato su tutti gli alberi, arbusti, ceppaie,

legni a terra all'interno dei plot individuati per il campionamento delle piante vascolari (Figura 1).

## **4.4 Uccelli**

Il campionamento degli uccelli deve essere eseguito a livello di sito. Gli uccelli, infatti, hanno un *home range* ampio e hanno la caratteristica di abitare in uno spazio che oltrepassa quella delle singole aree. Ogni sito è quindi considerato come un'unica area di campionamento. In FutureForCoppiceS, il campionamento è stato eseguito lungo un transetto che aveva come inizio e fine il baricentro delle due aree più lontane tra loro all'interno del sito (Rete Rurale Nazionale & LIPU 2013).

## **5. Misurazioni e osservazioni**

### **5.1 Piante vascolari**

#### **5.1.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità**

La squadra di rilevamento deve essere costituita da almeno due membri, di cui almeno uno (responsabile) deve essere sempre presente affinché il rilevamento risulti coerente durante lo stesso periodo di campionamento. Il responsabile cura la localizzazione del plot, la sua delimitazione, il rilevamento delle piante vascolari e l'identificazione in campo delle specie. Gli altri membri aiutano il responsabile nel rilevamento mediante la compilazione delle schede di rilevamento e la raccolta dei campioni di piante. Il responsabile svolge e/o supervisiona anche le fasi successive di identificazione dei campioni raccolti e di inserimento dei dati nel database.

#### **5.1.2 Rilevamento**

Il rilevamento deve essere effettuato all'interno del plot posizionato come da paragrafo 4.1. Il rilevamento delle piante vascolari viene effettuato in due fasi: redazione dell'elenco floristico delle specie presenti e assegnazione dei valori di copertura. Nella redazione dell'elenco floristico bisogna valutare se gli individui di ciascuna specie sono radicanti

all'interno del quadrato o solo coprenti. L'assegnazione dei valori di copertura viene effettuata separatamente per i tre strati arboreo, arbustivo ed erbaceo. Le coperture vengono assegnate utilizzando i punteggi della scala di Braun-Blanquet:

- 5 copertura superiore al 75%;
- 4 copertura tra 50% e 75%;
- 3 copertura tra 25% e 50%;
- 2 copertura tra 5% e 25%;
- 1 copertura tra 1% e 5%;
- + copertura inferiore all'1%;
- r copertura trascurabile.

I rilievi delle piante vascolari devono essere eseguiti da Aprile a Luglio a seconda del clima del sito.

Per la raccolta dei dati si può fare riferimento alla scheda di rilevamento in Annesso 1.

### **5.1.3 Identificazione delle specie**

Le specie di piante vascolari dovranno essere identificate, ove possibile, direttamente in campo. Per le specie non identificabili con certezza durante il lavoro di campagna, saranno raccolti alcuni campioni. I campioni devono essere opportunamente preparati e conservati in sacchetti di polietilene per essere poi identificati in laboratorio. L'identificazione si esegue con apposite chiavi dicotomiche come ad esempio la Flora d'Italia (Pignatti 1982) o la Flora Europea (Tutin *et al.* 1964-1980), e quando necessario, confrontando i campioni con gli *exsiccata* disponibili negli erbari.

### **5.1.4 Attrezzatura necessaria**

La squadra di rilevamento deve avere a disposizione la seguente attrezzatura:

1. schede di rilevamento per le piante vascolari (Annesso 1);
2. bussola;
3. inclinometro;
4. sacchi in polietilene per la raccolta dei campioni di piante vascolari;
5. fettucce metriche per la delimitazione di macroplot e plot;
6. picchetti per delimitare il plot;
7. pinzetta;

8. righello;
9. lente di ingrandimento;
10. stereoscopio;
11. chiavi dicotomiche.

## **5.2 Licheni epifiti**

### **5.2.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità**

La squadra di rilevamento deve essere costituita da almeno due membri. Per garantire la riproducibilità dei dati è opportuno che almeno uno dei due operatori (responsabile dell'indagine) partecipi al rilevamento di tutti i siti all'interno dell'area di studio. Il responsabile cura la localizzazione dei plot all'interno dell'area di studio, il rilevamento e l'identificazione in campo delle specie. Gli altri membri della squadra aiutano il responsabile nel rilevamento occupandosi delle fasi di compilazione delle schede di rilevamento, la raccolta dei campioni necessari per l'identificazione delle specie in laboratorio, la raccolta di dati stazionali (es. specie arborea, circonferenza, ecc.). Successivamente il responsabile svolge e/o supervisiona l'identificazione delle specie problematiche in laboratorio.

### **5.2.2 Rilevamento**

Il rilevamento della diversità lichenica deve essere effettuato utilizzando un reticolo costituito da quattro sub-unità di 10 cm × 50 cm, ciascuna divisa in cinque quadrati di 10 cm di lato. I quattro elementi della griglia sono da posizionare verticalmente sul tronco in corrispondenza dei quattro punti cardinali principali (N, E, S, W) ad un metro dal suolo (Figura 2). In alcuni casi, è prevista una rotazione di 20° in senso orario per evitare parti del tronco non idonee al rilevamento (fessure, muschio, rami sporgenti, ecc.). Tali spostamenti verranno annotati nell'apposita scheda e presi in considerazione per l'eventuale ripetizione del lavoro.

La frequenza di ciascuna specie lichenica (fogliosa e fruticosa) nel reticolo di rilevamento si ottiene dalla somma delle sue presenze all'interno di ciascun quadrato di ogni sub-unità (N, E, S e W, ciascuna specie può avere perciò una frequenza compresa tra 0 e 5). Da ciò ne deriva che, a livello di reticolo, ciascuna specie può avere una frequenza compresa tra

0 e 20 (ANPA 2001, EN 16413). Occorre precisare che, ai fini del presente manuale, si propone di adottare una forma semplificata di rilevamento della diversità dei licheni epifiti, prendendo in considerazione solo le forme di crescita fogliosa e fruticosa, mentre i licheni crostosi sono esclusi dal rilevamento.

Per la raccolta dati fare riferimento alla scheda di rilevamento riportata in Annesso 2.

I rilievi sui licheni possono essere eseguiti indipendentemente dalla stagione.

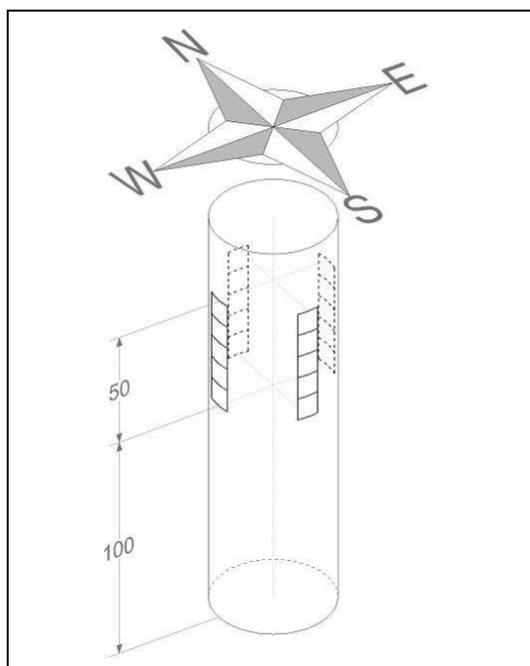


Figura 2. Reticolo di campionamento per i licheni epifiti (modificato da Asta et al. 2002).

### 5.2.3 Identificazione delle specie

Le specie licheniche dovranno essere identificate, ove possibile, direttamente in campo con l'ausilio di lenti d'ingrandimento (10x, 20x) e spot-test colorimetrici. Le specie la cui identificazione sul campo risulta problematica o incerta saranno prelevate e portate in laboratorio per poterle analizzare più accuratamente tramite binocolare, microscopio ottico con polarizzatore e spot-test colorimetrici e per poterle determinare con l'utilizzo di chiavi analitiche per l'identificazione.

I caratteri che si devono conoscere per poter identificare i licheni sono la forma di crescita, i diversi tipi di organi propagativi (soredi e isidi) e riproduttivi (apotecii, periteci), le strutture della superficie del tallo e il suo colore, i risultati di alcuni semplici test chimici (ANPA 2001).

In laboratorio, il binocolare consentirà di osservare in modo più netto quei caratteri che in

campo sono difficili da individuare, come i diversi tipi di strutture riproduttive e i caratteri secondari. Il microscopio ottico verrà utilizzato per la preparazione di sezioni sottili delle strutture riproduttive.

Gli spot-test colorimetrici si basano su reazioni che avvengono tra alcune sostanze licheniche (principalmente acidi fenolici o grassi che si depositano sulla superficie delle ife) e specifici reagenti. Quelli più usati sono: soluzione satura di idrossido di potassio (identificato comunemente nelle chiavi con la sigla K), soluzione diluita di ipoclorito di sodio (identificato comunemente nelle chiavi con la sigla C), parafenilendiammina (identificato comunemente nelle chiavi con la sigla P) e soluzione iodio-iodurata (identificato comunemente nelle chiavi con la sigla J). Applicando sul tallo o sulla medulla una goccia di reagente si possono talvolta osservare variazioni di colore che costituiscono un carattere tassonomico.

Per l'identificazione delle specie si consiglia l'utilizzo delle seguenti chiavi analitiche: "I macrolicheni d'Italia, Chiavi analitiche per la determinazione" (Nimis 1987), "The lichen flora of Great Britain and Ireland" (Smith *et al.* 2009), "Likenoj de Okcidentia Europo. Illustrita determinlibro" (Clauzade e Roux 1985), "I.B.L. Indice di Biodiversità Lichenica. Appendice I: chiavi analitiche per l'identificazione dei più comuni licheni epifiti d'Italia" (ANPA 2001). Inoltre, un altro strumento utile per l'identificazione delle specie è rappresentato dal database ITALIC - The Information System on Italian Lichens. (Nimis & Martellos 2008; <http://dbiodbs.univ.trieste.it/>) a cui deve essere fatto riferimento anche per la nomenclatura.

#### **5.2.4 Attrezzatura necessaria**

La squadra di rilevamento deve avere a disposizione la seguente attrezzatura:

1. reticolo di rilevamento (cfr. Fig. 2);
2. rotella metrica;
3. bussola;
4. lenti di ingrandimento (ingrandimento almeno 10x; potrebbe essere utile in alcuni casi anche una lente con ingrandimento 20x);
5. coltellino per la raccolta di campioni;
6. buste di carta per la raccolta di campioni di licheni da identificare successivamente;
7. schede di rilevamento per i licheni (Annesso 2);
8. GPS;

9. reagenti per gli spot-test colorimetrici;
10. microscopio;
11. chiavi dicotomiche.

## **5.3 Funghi lignicoli**

### **5.3.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità**

La squadra di rilevamento deve essere costituita da almeno due membri, di cui almeno uno (responsabile) deve essere sempre presente affinché il rilevamento risulti coerente tra aree durante lo stesso periodo di campionamento. Il responsabile cura la localizzazione del plot, il rilevamento dei funghi e l'identificazione in campo delle specie. Gli altri membri aiutano il responsabile nel rilevamento mediante la compilazione delle schede di rilevamento e la raccolta dei campioni di funghi sui vari substrati (alberi, arbusti, ceppaie, legni a terra). Successivamente, il responsabile svolge e/o supervisiona anche le fasi successive di identificazione dei campioni di funghi e di inserimento dei dati nel database.

### **5.3.2 Rilevamento**

Il rilevamento deve essere effettuato all'interno del plot posizionato come da paragrafo 4.1. Il rilevamento consiste in un'accurata osservazione su alberi, arbusti, ceppaie, legni a terra di tutte le specie presenti. Per un'indagine più approfondita i legni a terra devono essere ruotati o sollevati per la possibile presenza di specie fungine anche nelle parti a contatto con il suolo. Di tutte le specie osservate si annota il nome o un riferimento per quelle da determinare in seguito. È consigliabile raccogliere uno o più campioni di ogni specie ritrovata, identificata o meno. I campioni prelevati devono essere conservati in buste di carta sulle quali vanno riportati i dati di raccolta (data, località, plot, substrato, rilevatore ed eventuali caratteri percepibili solamente nel fungo fresco, come ad esempio odore o viraggio). Per alcune specie, per le quali è preferibile uno studio "a fresco", i campioni prelevati devono essere conservati in carta stagnola, che ne garantisce maggior freschezza. I campioni non determinati sul campo dovranno essere studiati entro breve tempo per evitare che marciscano. Tutti i campioni verranno successivamente essiccati e conservati in erbario.

Il periodo ottimale per il rilevamento dei funghi lignicoli è novembre-dicembre.

Per la raccolta dei dati si può fare riferimento alla scheda di rilevamento in Annesso 3.

### **5.3.3 Identificazione delle specie**

I campioni raccolti devono essere analizzati in laboratorio allo stato fresco, se possibile, oppure dopo essiccazione. Si procede ad un primo esame dei caratteri morfologici, anche con l'uso di lenti o stereomicroscopio e poi all'osservazione dei caratteri strutturali microscopici facendo uso del microscopio biologico (per l'osservazione dei funghi è consigliabile una visione a contrasto di fase, che permette di avere un'ottima visione delle strutture anche senza dover colorare il preparato). Vengono osservate prima di tutto le spore, nella loro forma, colore, dimensioni, ornamentazioni ed eventuali reazioni cromatiche; vengono poi ricercati e studiati i cistidi o sete (ove siano presenti); inoltre, per le *Polyporaceae* s.l. e per alcune *Corticaceae* s.l., è importante comprendere il tipo di struttura del sistema ifale (monomitico, dimitico o trimitico). I campioni di cui non si dispongono immagini di archivio oppure quelli particolarmente significativi vengono fotografati in habitat. Per alcuni di essi si acquisisce documentazione fotografica anche nella successiva fase di studio. Per la determinazione si seguono chiavi dicotomiche generali per l'identificazione del genere e specifiche per i singoli generi o gruppi infragenerici (Ryvarden e Melo, 2014; Bernicchia, 2005; Bernicchia e Gorjòn, 2010).

### **5.3.4 Attrezzatura necessaria**

La squadra di rilevamento deve avere a disposizione la seguente attrezzatura:

1. schede di rilevamento per i funghi (Annesso 3);
2. sacchetti di carta e carta stagnola per la raccolta dei campioni di funghi;
3. cartellini;
4. fotocamera e obiettivo macro per la documentazione fotografica dei funghi ritrovati;
5. fettucce metriche per la delimitazione del macroplot e del plot all'interno del macroplot;
6. picchetti per delimitare il plot;
7. lenti di ingrandimento;
8. microscopio biologico;
9. chiavi dicotomiche.

## **5.4 Uccelli**

### **5.4.1 Costituzione delle squadre di rilevamento e responsabilità**

Il rilievo può essere svolto da un solo operatore che abbia l'esperienza necessaria al riconoscimento in campo delle specie nidificanti in Italia sia per osservazione diretta che per ascolto al canto. Operatori affidabili sono quelli che svolgono regolarmente i rilievi per il Progetto MITO2000 (Rete Rurale Nazionale & LIPU 2013), o che abbiano già svolto questo tipo di rilevamenti per enti pubblici o Associazioni riconosciute. L'operatore cura il posizionamento del transetto lungo cui operare i rilievi, identifica le specie, effettua i rilievi e compila la scheda. Osserva inoltre la presenza di nidi, individui impegnati nella costruzione del nido, nell'alimentazione della prole o in atteggiamenti legati alla riproduzione. Successivamente, l'operatore inserisce i dati nel database.

### **5.4.2 Rilevamento**

Il rilievo prevede il riconoscimento e il conteggio di tutti gli uccelli osservati o uditi in almeno tre punti di ascolto localizzati lungo un itinerario fisso (transetto). I transetti devono attraversare l'intero sito.

Per gli uccelli diurni ogni punto di ascolto prevede una sosta di 15 minuti durante la quale vengono rilevati, tramite contatto uditivo e visivo, tutti gli individui che transitano nel campo d'osservazione o di ascolto, senza limiti di distanza. Devono inoltre essere rilevati i comportamenti adottati con le diverse categorie di nidificazione codificate nel PAI (Meschini e Frugis 1993). Le osservazioni vengono fatte sia ad occhio nudo che con l'ausilio di binocolo (scelto tra le seguenti ottiche: 7x42, 7x50, 8x42, 10x42, 8x50, 10x50). Viene inoltre rilevata la presenza di nidi, di individui impegnati nella costruzione del nido, nell'alimentazione della prole o comunque in atteggiamenti legati alla riproduzione (Meschini e Frugis 1993). Questo metodo può essere applicato a tutti gli ordini di Uccelli diurni, anche se risulta particolarmente adatto ai passeriformi ed alle specie nidificanti. I rilievi vanno effettuati nelle prime ore subito dopo l'alba.

Per gli uccelli notturni i punti di ascolto coincidono con quelli utilizzati per gli uccelli diurni, ma prevedono una sosta di 30 minuti. Non è previsto l'ausilio di stimolazioni vocali ma si lascia che gli animali si esprimano spontaneamente. I rilievi vanno effettuati a partire da un'ora dopo il tramonto, nel periodo di maggiore propensione all'emissione delle

vocalizzazioni dei rapaci e del succiacapre, coincidente con la stagione riproduttiva (1 giugno-30 luglio).

Nel progetto LIFEFutureForCoppices il transetto aveva come estremi i baricentri delle due aree più distanti tra loro. I punti di ascolto erano tre: due localizzati agli estremi del transetto e uno nel punto centrale.

Per la raccolta dei dati si può fare riferimento alla scheda di rilevamento in Annesso 4.

Il periodo ottimale di rilevamento è maggio-luglio.

### **5.4.3 Identificazione delle specie**

L'identificazione delle specie viene fatta tramite osservazione diretta ed ascolto delle vocalizzazioni sul campo: in ciascun punto di ascolto si effettua il contatto uditivo e visivo con gli uccelli, individuando immediatamente la specie e il numero di individui per specie. Nel caso di identificazioni difficili o di dubbia determinazione devono essere annotati i caratteri distintivi della morfologia, dimensione, tipo di volo ed eventuali altri caratteri per una successiva identificazione con guide specialistiche; per i dubbi sulle vocalizzazioni si consiglia l'utilizzo delle serie di CD di J.C. Rochè: "*All the Bird songs of Britain and Europe*".

### **5.4.4 Attrezzatura necessaria**

L'operatore deve avere a disposizione la seguente attrezzatura:

1. schede di rilevamento per gli uccelli (Annesso 4);
2. binocolo con una delle le seguenti ottiche: 7x42, 7x50, 8x42, 10x42, 8x50, 10x50;
3. taccuino da campo oppure schede da campo da compilare in brutta copia;
4. GPS con punti precaricati per i punti di ascolto ed il transetto da percorrere;
5. orologio o cronometro per il conteggio dei minuti di ascolto;
6. guida da campo (Svensson *et al.*, 2009);
7. serie di CD o mp3 con i canti degli uccelli d'Europa.

## **5.5 Procedure di Assicurazione di Qualità (QA)**

Per controllare gli errori e documentare la qualità complessiva dell'indagine è necessario adottare procedure di Quality Assurance (QA) e Quality Control (QC) (cfr. Ferretti &

Erhardt 2002, Cline & Burkman 1989, Shampine 1993, EPA 2002). Queste procedure sono parte integrante del disegno sperimentale dello studio e dei suoi risultati (cfr. McCune et al. 1997, Brunialti et al. 2002, Brunialti et al. 2004, Giordani et al. 2009).

In questo contesto, le procedure da adottare sono essenzialmente le seguenti:

- adozione delle Procedure Operative Standard (Standard Operating Procedures, SOPs) descritte in questo manuale;
- documentazione di training del personale o uso di personale addestrato ed esperto per lo svolgimento dell'indagine;
- documentazione delle varie fasi del lavoro e tracciabilità dei dati;
- definizione di limiti e obiettivi di qualità dei dati.

## **6. Gestione e analisi dei dati**

I dati di biodiversità raccolti in campo dovranno essere soggetti ad un processo di validazione e archiviazione per poter procedere con le elaborazioni statistiche.

### **6.1 Revisione e validazione dei dati**

I dati raccolti in campo devono essere sottoposti ad un processo di revisione e validazione. Questo vale sia per i dati di riferimento del sito (codice di riferimento, codice del macroplot, dati stazionali, ecc.), sia per i dati di biodiversità. In particolare, è consigliabile procedere con una prima verifica immediatamente alla fine di ciascun rilevamento. È possibile effettuare un controllo incrociato per evidenziare eventuali omissioni e/o incongruenze.

Per quanto riguarda i dati di biodiversità è possibile che alcune specie rimangano da determinare o validare in laboratorio. In questo caso sarà indispensabile specificare il più chiaramente possibile sulla scheda descrittiva il riferimento alle buste in cui sono contenuti i campioni da determinare. Le fasi successive di verifica e validazione saranno compiute in ufficio/laboratorio e riguarderanno la determinazione di eventuali specie dubbie e l'inserimento dei dati nel database. Si consiglia in quest'ultimo caso di effettuare controlli incrociati tra database e schede cartacee. La verifica dei dati dovrebbe essere fatta non appena terminata la fase di identificazione.

## **6.2 Trasmissione dei dati validati al centro di raccolta**

I dati validati raccolti dalle singole squadre dovranno pervenire al centro di raccolta, che provvederà ad organizzarli per le successive elaborazioni statistiche. I dati dovranno essere archiviati utilizzando un database relazionale strutturato *ad hoc*.

## **6.3 Suggerimenti per l'elaborazione dei dati**

Questa sezione riguarda l'elaborazione dei dati raccolti nell'ambito di ciascuna indagine. Queste indicazioni hanno il valore di suggerimenti che vengono forniti a coloro che dovranno occuparsi di questa parte del lavoro. Infatti, esistono molteplici approcci che possono essere adottati in questo senso, tutti altrettanto validi. Viene più che altro proposto uno schema di procedure da adottare per elaborare i dati raccolti, che non pretende di essere esaustivo, non entrando nel dettaglio delle singole tecniche di elaborazione dei dati.

### **6.3.1 Screening dei set di dati**

I dati acquisiti (diversità di piante vascolari, licheni epifiti, funghi lignicoli e uccelli, e variabili stazionali) verranno visionati, controllati e organizzati in un database relazionale creato *ad hoc*. Questo aspetto terrà conto del carattere metrologico ed ecologico delle variabili a disposizione e delle relative informazioni sulla qualità dei dati, desumibili sia da test specifici condotti in fase di raccolta dei dati stessi, sia da bibliografia esistente.

### **6.3.2 Analisi statistica**

I dati raccolti dovranno essere strutturati sulla base dei principali parametri di biodiversità che rappresenteranno le variabili di risposta da mettere in relazione con le variabili predittive (stazionali e/o gestionali). In particolare, per ciascun indicatore, dovranno essere considerati i seguenti aspetti (Magurran 2004):

- ricchezza specifica (numero di specie);
- indice di frequenza;
- rapporto tra il numero di specie di gruppi funzionali (forme biologiche, forme di crescita, Passeriformi/non Passeriformi, ecc.);

- indici di abbondanza (abbondanza media e relativa).

Sui dataset in oggetto verranno effettuati i test necessari per individuare gli strumenti statistici più appropriati per creare i modelli correlativi (es. distribuzione dei dati, rapporto casi-variabili). Successivamente si potrà:

- esaminare, attraverso tecniche di *pattern recognition* (es. *Principal Component Analysis*, *Multiple Factor Analysis*), la struttura multivariata delle diverse tipologie di dati (biodiversità e dati stazionali, quali tipologia forestale, esposizione ed inclinazione del bosco, altitudine, ecc.). Il metodo di ordinamento NMDS (*Non-Metric Multidimensional Scaling*) può essere utilizzato per rappresentare i patterns di composizione specifica di piante vascolari e licheni, producendo ordinamenti bidimensionali delle similarità tra plot a carattere multivariato, basandosi sulla frequenza relativa del totale delle variabili nei plot stessi, ma utilizzando all'occorrenza anche indici di somiglianza di tipo non lineare (Clarke & Warwick 1994). Gli ordinamenti vengono effettuati su matrici di similarità ottenute tramite il coefficiente di Jaccard sui dati di presenza/assenza;
- sviluppare modelli correlativi tra le variabili di interesse e confrontare la ricchezza di specie tra siti campionati utilizzando tecniche di regressione multivariata e curve di rarefazione plot-based (Kobayashi 1973; Gotelli & Colwell 2001), calcolate in funzione dell'accumulo di plot mediante una formula analitica (Kobayashi 1973; Chiarucci *et al.* 2008) per fornire il numero di specie atteso come funzione del numero di plot campionati per il totale delle specie e per ciascuna categoria. L'obiettivo è di cercare di identificare le correlazioni tra le variabili prese in considerazione e ottenere un modello che ne descriva le relazioni.

## 7. Interpretazione dei dati

Questo capitolo richiama brevemente le principali linee di interpretazione dei dati. In particolare, oltre ad un approccio quantitativo basato sulla ricchezza specifica (numero di specie e/o loro frequenza) e sulla composizione in specie, lo studio delle caratteristiche biologiche ed ecologiche delle specie rilevate può rappresentare un buon mezzo per ottenere informazioni aggiuntive.

### 7.1 Piante vascolari

L'interpretazione dei trend spaziali e temporali della diversità vegetale potrà essere effettuata a diversi livelli di organizzazione spaziale ed ecologica ossia a scala di plot (100 m<sup>2</sup>), di categoria forestale e tipologia di gestione forestale. L'analisi separata dei dati per gruppi di specie categorizzate per categorie ecologiche e/o funzionali (es. forme biologiche) permetterà di capire le tendenze dinamiche in atto, in termini di processi successionali (es. attraverso il turnover temporale), in termini di ricchezza e diversità (es. attraverso l'analisi dell'intera compagine di specie presenti), in termini di invasione e/o alterazione delle comunità (es. attraverso l'analisi delle specie aliene) o anche di valore ecologico delle cenosi forestali (esempio attraverso la quantificazione dei trend delle *policy species*) ovvero delle specie segnalate in Direttive, Liste Rosse, Legge Regionale, ecc..

Tra gli indicatori ecologici (*ecological indicator values*) indicatori di turnover verrà utilizzata la beta diversità. Per ciascuna categoria forestale e tipologia di gestione forestale verrà calcolato il valore di turnover spaziale come indicato dalla beta diversità ( $\beta$ ) seguendo l'approccio di Whittaker (1972), che combina la ricchezza media, alpha diversità ( $\alpha$ ), e la ricchezza totale, gamma diversità ( $\gamma$ ), secondo un modello moltiplicativo; pertanto la beta diversità ( $\beta$ ) è data dal rapporto tra il numero di specie raccolto in tutti i plot ( $\gamma$ ) e la ricchezza specifica media per trattamento ( $\alpha$ ):  $\beta = \gamma / \alpha$ .

### 7.2 Licheni

Oltre a un approccio quantitativo basato sulla ricchezza specifica (numero di specie e loro frequenza all'interno del reticolo) e sulla composizione in specie, lo studio delle caratteristiche biologiche ed ecologiche delle specie rilevate nelle stazioni può

rappresentare un buon mezzo per ottenere informazioni sullo stato di naturalità e di alterazione dei substrati arborei esaminati e, indirettamente, sull'impatto di attività antropiche come la gestione forestale, la frammentazione degli habitat e le pratiche connesse al taglio del bosco (Nimis et al. 2002).

Quanto alle caratteristiche biologiche, possono essere considerati i seguenti parametri:

- Forma di crescita delle specie licheniche (fogliosi a lobi larghi, fogliosi a lobi stretti, fruticosi).
- Fotobionte (alghe verdi clorococcoidi, alghe del genere *Trentepohlia*, cianobatteri).
- Strategia riproduttiva (S: sessuale; A.s: asessuale mediante sorali; A.i: asessuale mediante isidi).

Gli indici ecologici o, più correttamente, "valori indicatori ecologici" (*ecological indicator values*), sono delle espressioni numeriche dell'ampiezza ecologica di una data specie rispetto a un dato fattore ambientale. Essi possono essere espressi da un solo numero, che indica l'optimum di una specie, o da più numeri su una scala ordinale, che indicano il suo spettro di tolleranza ecologica. Gli indici utilizzati sono stati adattati alla realtà italiana da Nimis (2003) e Nimis & Martellos (2008) in seguito alla revisione di indici proposti da Wirth (1980) per l'Europa centrale. Riguardano le esigenze delle specie licheniche rispetto al pH del substrato, alla radiazione solare, all'aridità e all'eutrofizzazione.

### **7.3 Funghi lignicoli**

L'analisi separata dei dati per gruppi di specie categorizzate per categorie ecologiche e/o funzionali permetterà di capire le tendenze dinamiche in atto, in termini di processi successionali (es. attraverso il turnover temporale), in termini di ricchezza e diversità.

Tra gli indicatori ecologici (*ecological indicator values*) indicatori di turnover verrà utilizzata la beta diversità.

### **7.4 Uccelli**

Per l'andamento e le fluttuazioni negli anni della comunità ornitica nelle aree selezionate i parametri principali per l'interpretazione dei dati saranno:

- ricchezza specifica, cioè il numero di specie che caratterizzano una comunità; tra le innumerevoli misure di diversità, rappresenta sicuramente la più semplice da

- ottenere (Magurran 2004);
- indice di frequenza, numero di specie/ammontare totale delle specie;  
rapporto tra il numero di specie non-Passeriformi e numero di Passeriformi (nP/P).
- indici di abbondanza (abbondanza media e relativa);
- stima di densità (n° di individui per unità di superficie).

## 8. Bibliografia ed ulteriori letture

Amori G., Angelici F.M., Frugis S., Gandolfi G., Groppali R., Lanza B., Relini G., Vicini G., 1993. Check list delle specie della fauna d'Italia vertebrata. Calderoni editore.

ANPA, 2001. I.B.L. Indice di biodiversità lichenica. ANPA Manuali e Linee guida 2/2001:185.

Arrigoni degli Oddi E. 1929. Ornitologia italiana. Hoepli , Milano 1046 pp. + tavole.

Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P.L., Purvis W., Pirintsos S., Scheidegger C., Van Haluwyn C. & Wirth V., 2002. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. In: Nimis P.L., Scheidegger C. & Wolseley P. (eds.). Monitoring with Lichens — Monitoring Lichens. Kluwer, Dordrecht, pp. 273-281.

Bagella S., 2014. Does cross-taxon analysis show similarity in diversity patterns between vascular plants and bryophytes? Some answers from a literature review. *Comptes Rendus - Biologies* 337(4): 276-282.

Bagella S., Gascón S., Caria M., Sala J., Boix D., 2011. Cross-taxon congruence in Mediterranean temporary wetlands: Vascular plants, crustaceans, and coleopterans. *Community Ecology* 12(1):40-50.

Batten L.A., Bibby C.J., Clement P., Elliott G.D., Porter R.F. (eds.) 1990. Red data birds in Britain: action for rare, threatened and important species. London: T. and A.D. Poyser.

Bernicchia A. (2005). *Polyporaceae s.l.* Edizioni Candusso.

Bernicchia A., Gorjòn S.P., 2010. *Corticaceae s.l.* – Edizioni Candusso.

Bibby C.J., Hill D.A., Burgess N.D., Mustoe S., 2000. Bird Census Techniques. London.

Bird Life International 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and

conservation status. Cambridge, UK.

- Blasi, C., Marchetti, M., Chiavetta, U., Aleffi, M., Audisio, P., Azzella, M.M., Brunialti G., Capotorti, G., Del Vico, E., Lattanzi, E., Persiani, A.M., Ravera, S., Tilia, A., Burrascano, S., 2010. Multi-taxon and forest structure sampling for old-growth indicators identification and forest monitoring. *Plant Biosystems* 114 (1): 160-170.
- Blondel J., Ferry C., Frochet B., 1970. Le methode des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune pour "stations d'ecoute". *Alauda* 38: 55-71
- Breitenbach J., Kranzlin F., 1986. *Champignons de Suisse II- Aphylophorales*.
- Brichetti P., 1976. *Atlante Ornitologico Italiano*. F.lli Scalvi Bologna.
- Brichetti P., De Franceschi P., Baccetti N., 1992. *Fauna d'Italia. Uccelli. I*. Calderini, Bologna.
- Brichetti P., Gariboldi A. (Eds.) (1997) - *Manuale pratico di ornitologia*. Edagricole, - Edizioni Agricole della Calderini, Bologna.
- Brotzu R., 1988-1993. *Guida ai funghi della Sardegna – Vol. 1-2 – Ed. Archivio Fotografico Sardo*. Brotzu R., 2009. *I funghi della Sardegna- Vol. 1-9- Unione Sarda*.
- Brummit B.K., Powell C.E. (eds.), 1992. *Authors of plant Names*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Brunialti G., Frati L., Aleffi M., Marignani M., Rosati L., Burrascano S., Ravera S., 2010. Lichens and bryophytes as indicators of old-growth features in Mediterranean forests. *Plant Biosystems* 114 (1): 221- 233.
- Brunialti G., Frati L., Loppi S., 2012. Fragmentation of Mediterranean oak forests affects the diversity of epiphytic lichens. *Nova Hedwigia* 96 (1-2): 265-278.
- Brunialti G., Frati L., Ravera S., 2015. Ecology and conservation of the sensitive lichen *Lobaria pulmonaria* in Mediterranean old-growth forests. In: *Old-Growth Forests and Coniferous Forests. Ecology, habitat and conservation*, Weber R.P. (ed.), Nova Publisher, New York. Chapter 1: 1-20.
- Brunialti G., Frati L., Ravera S., 2015. Structural variables drive the distribution of the sensitive lichen *Lobaria pulmonaria* in Mediterranean old-growth forests. *Ecological Indicators* 53: 37-42.
- Brunialti, G., Giordani, P., Ferretti, M., 2004. Discriminating between the good and the bad:

- quality assurance is central in biomonitoring studies. In: Wiersma B. (Ed.): Environmental Monitoring. CRC Press LLC, pp. 443-464.
- Brunialti, G., Giordani, P., Isocrono, D., Loppi, S., 2002. Evaluation of data quality in lichen biomonitoring studies: the Italian experience. Environmental Monitoring and Assessment 75: 271-280.
- Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli F., Petretti F. e Sarrocco S., 1998. Libro Rosso degli animali d'Italia. Vertebrati. 210 pp.; WWF Italia, Roma.
- Celesti-Grapow L., Pretto F., Carli E., Blasi C. (eds.), 2010. Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma. 208 pp.
- Chiarucci A., 2001. L'uso della diversità specifica nella valutazione e nel monitoraggio della biodiversità. ISFAFA Comunicazioni di ricerca 2001/2: 73-83.
- Chiarucci A., Bacaro G., Rocchini D., Fattorini L., 2008. Discovering and rediscovering the sample-based rarefaction formula in the ecological literature. Community Ecol. 9: 121-123.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. Marine Biology, 118: 167-176.
- Clauzade G., Roux C., 1985. Likenoj de Okcidenta Europo. Illustrita determinlibro. Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, NS. 7, 893 pp.
- Cline, S.P., Burkman, W.G., 1989. The role of quality assurance in ecological programs. In: Bucher, J.B., Bucher-Wallin, J. (Eds.): Air pollution and forest decline. IUFRO, Birmensdorf, 361 pp.
- Collar N.J., Crosby M.J. & Stattersfield A.J. (1994). Birds to watch 2. The World List of Threatened Birds. Cambridge, U.K.: Birdlife International (BirdLife Conservation n°4).
- Colwell R.K, Coddington J.A., 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 345: 101-118.
- Cramp S., & Perrins C.M. 1993). The birds of the western Palearctic. Vol. I-VII. Oxford University Press, Oxford.
- del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J. (eds.) 1992 - Handbook of the Birds of the World. Vol.1. Lynx Edicions, Barcelona.

- EPA 2002. Guidance for Quality Assurance Project Plans. EPA QA/G-5.
- Eyssartier G., Roux P. 2011. Le cjhambignos de France et d'Europe- Ed- Belin.
- Ferretti M., Cutini A., Gottardini E., 2016. Linee Guida per la preparazione coerente delle indagini e dei dati (V1 R0). Documento LIFE FutureForCoppiceS, pp.22.
- Ferretti, M., Erhardt, W., 2002. Key issues in designing biomonitoring programmes. Monitoring scenarios, sampling strategies and quality assurance. In: Nimis, P.L., Scheidegger, C., Wolseley, P.A. (Eds.). Monitoring with lichens – Monitoring lichens. NATO Science Series, IV, vol. 7. Kluwer, Dordrecht, pp. 111-139.
- Forest Europe, UNECE, FAO, 2011. State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. <http://www.unece.org/forests/fr/outputs/soef2011.html>.
- Giordani P., Brunialti G., Bacaro G., Nascimbene J., 2012. Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. Ecological Indicators 18: 413-420.
- Gigante et al., 2016. A methodological protocol for Annex I Habitats monitoring: the contribution of Vegetation science. Plant Sociology 53:2: 77-87.
- Giordani P., Brunialti G., Nascimbene J., Gottardini E., Cristofolini F., Isocrono D., Matteucci E., Paoli L., 2006. Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. III. Epiphytic lichens. Ann. Ist. Sper. Selv., Vol. 30: 43-50.
- Giordani, P., Brunialti, G., Benesperi, R., Rizzi, G., Frati, L., Modenesi, P., 2009. Rapid Biodiversity Assessment in lichen biomonitoring surveys: implications for Quality Assurance. Journal of Environmental Monitoring 11, 730-735.
- Gotelli N.J., Colwell R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecol. Lett. 4: 379-391.
- Gustaffson L., Appelgren L., Jonsson F., Nordin U., Persson A., Weslien J-O, 2004. High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. Basic and Applied Ecology 5: 123-129.
- Gustin M., Petretti F. 1997. Una proposta di Red List degli uccelli italiani sulla base dei criteri IUCN. In Avocetta 21: 124.
- Harper J., Hawksworth D.L., 1994. Preface. In: Hawksworth D.L. (ed.), Biodiversity, Measurements and Estimation. Chapman & Hall, London.

- Hainaut Développement, 2004. Dynamique de dégradation des arbres par des champignons lignivores. Guidance de l'environnement-Cellule technique, Mons (Belgio).
- Humphrey J.W., Davey S., Peace A.J., Ferris R., Harding K., 2002. Lichen and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation* 107: 165-180.
- IUCN, 1996. 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 448 pp.
- Kobayashi S., 1973. The species-area relation I. A model for discrete sampling. *Res. Popul. Ecol.* 15: 223-237.
- Lehmkuhl J.F., 2004. Epiphytic lichen diversity and biomass in low-elevation forests of the eastern Washington Cascade range, USA. *Forest Ecology and Management* 187: 381-392.
- Lindenmayer D.B., Margules C.R., Botkin D.B., 1999. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*, 14: 941-950.
- LIPU & WWF (A cura di), Calvario E., Gustin M., Sarrocco S. Gallo-Orsi U., Bulgarini F., Fraticelli F. 1999. Nuova Lista Rossa degli Uccelli nidificanti in Italia. *Riv. Ital. Orn.*, 69: 3-44.
- Magurran A.E., 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- McCune B., 1994. Using epiphytic litter to estimate epiphyte biomass. *Bryologist* 97: 396-401.
- McCune B., Berryman S.D., Cissel J.H., Gitelman A.I., 2003. Use of a smoother to forecast occurrence of epiphytic lichens under alternative forest management plans. *Ecological Applications* 13: 1110-1123.
- McCune, B., Dey, J.P., Peck, J.E., Cassell, D., Heiman, K., Will-Wolf, S., Neitlich, P.N., 1997. Repeatability of community data: species richness versus gradient scores in large-scale lichen studies. *Bryologist* 100: 40-46.
- Meschini E., Frugis S., 1993. Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* XX.1-344.
- Moran, P. 1950. Some remarks on animal population dynamics. *Biometrics*, 6:250-258.

- Nascimbene J., Benesperi R., Brunialti G., Catalano I., D. Vedove M., Grillo M., Isocrono D., Matteucci E., Potenza G., Puntillo D., Puntillo M., Ravera S., Rizzi G., Giordani P., 2013. Patterns and drivers of beta-diversity and similarity of *Lobaria pulmonaria* communities in Italian forests. *Journal of Ecology* 101 (2): 493-505.
- Nascimbene J., Brunialti G., Ravera S., Frati L., Caniglia G., 2010. Testing *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. as an indicator of lichen conservation importance of Italian forests. *Ecological Indicators* 10: 353- 360.
- Nilsson S.G., Arup U., Baranowski R., Ekman S., 1995. Tree-dependent lichens and beetles as indicators in conservation forests. *Conservation Biology* 9 (5): 1208-1215.
- Nimis P.L., 1987. I macrolicheni d'Italia. Chiavi analitiche per la determinazione. *Gortania* 8: 101-220.
- Nimis P.L., Martellos S., 2008. ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 4.0. University of Trieste, Dept. of Biology, IN4.0/1 (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/>).
- Odum, E. 1959. *Fundamentals of Ecology*. Saunders, Philadelphia, 2nd edizione.
- Peck J. E., McCune B., 1997. Remnant trees and canopy lichen communities in western Oregon: a retrospective approach. *Ecological Applications* 7 (4): 1181-1187.
- Peronace, V., Cecere J. G., Gustin M., Rondinini C., 2012. Lista Rossa 2011 degli uccelli nidi canti in Italia. *Avocetta* 36:11–58.
- Peterson R., Mountfort G., Hollom P.A.D. (eds.), 1988. *Guida degli Uccelli d'Europa*. Franco Muzzio Editore, Padova.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Voll. 1–3. Edagricole, Bologna.
- Romano R., Marandola D., Cesaro L., Marchetti M., 2012. Politiche forestali in Europa e scenari 2020: tra sostenibilità e sviluppo rurale. *L'Italia Forestale e Montana*, 67 (3): 221-236. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2012.3.01>
- Rossi G., Montagnani C., Gargano D., Peruzzi L., Abeli T., Ravera S., Cogoni A., Fenu G., Magrini S., Gennai M., Foggi B., Wagensommer R.P., Venturella G., Blasi C., Raimondo F.M., Orsenigo S. (eds.), 2013. *Lista Rossa della Flora Italiana*. 1. Policy Species e altre specie minacciate. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Ryvarden L., Melo I., 2014. *Poroid fungi of Europe- Synopsis Fungorum* 31\_Fungiflora 2014.

- Shampine, W.J., 1993. Quality assurance and quality control in monitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment* 26: 143.
- Smith C.W., Aptroot A., Coppins B.J., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W., Wolseley P.A., 2009. *The Lichens of Great Britain and Ireland*. Nat. Hist. Mus. Publ. and the British Lichen Society, London. 1046 pp.
- Stofer S., Catalayud V., Ferretti M., Fischer R., Giordani P., Keller C., Stapper N. & Scheidegger C., 2003. Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots. (<http://www.forest-biota.org>).
- Sutherland W.J., 1996. *Ecological Census Techniques*. University Press, Cambridge.
- Svensson L., Mullarney K & Zetterström D., 2009. *Bird Guide* 2nd edition. HarperCollins, London.
- Tucker G.M., Heath M., 1994. *Birds in Europe. Their Conservation Status*. BirdLife Conservation Series No. 3. Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1964-1980. *Flora Europaea*. Voll. 1-5. University Press, Cambridge.
- Whittaker R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213-251.
- Will-Wolf S., Esseen P-A., Neitlich P., 2002. Monitoring biodiversity and ecosystem function: forests. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P. (eds.). *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer, Dordrecht, pp. 203-222.
- Will-Wolf S., Scheidegger C., 2002. Monitoring lichen diversity and ecosystem function. An Introduction. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P. (eds.). *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Kluwer, Dordrecht, pp. 143-145.

## **9. Annessi**

- **Annesso 1.** Scheda di campagna per il rilevamento delle piante vascolari all'interno di ciascun plot.
- **Annesso 2.** Scheda di campagna per il rilevamento della diversità lichenica all'interno di ciascun plot.
- **Annesso 3.** Scheda di campagna per il rilevamento dei funghi lignicoli all'interno di ciascun plot.
- **Annesso 4.** Scheda di campagna per il rilevamento degli uccelli all'interno di ciascun sito.





**Annesso 3.** Scheda di campagna per il rilevamento dei funghi lignicoli all'interno di ciascun plot.

Data:	Rilevatori:	
ID area_macroplot_plot		
Pendenza	Esposizione	Quota (m)
Coord X del vertice di partenza del plot	Coord Y del vertice di partenza del plot	
Note		

Specie	Alberi	Arbusti	Ceppaie	Legni a terra	Note







**FutureFor  
Coppices**

Shaping future forestry for sustainable coppices in southern Europe:  
the legacy of past management trials



LIFE14 ENV/IT/000514



FONDAZIONE  
EDMUND  
MACH



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE



**Forestas**

Agenzia forestale regionale pro sviluppo de  
su territoriu e de l'ambiente de sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo  
del territorio e dell'ambiente della Sardegna

