



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Linee Guida per il censimento e il monitoraggio dei macromiceti in Italia

MANUALI
E LINEE GUIDA

203/2023



Linee guida per il censimento e il monitoraggio dei macromiceti in Italia

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Manuale e Linee Guida 203/2023
ISBN: 978-88-448-1175-4

Riproduzione autorizzata citando la fonte: Girometta C.E., Floccia F., Leonardi M., Bianco P.M. (2023). Linee Guida per il censimento e il monitoraggio dei macromiceti in Italia. Manuali e Linee guida 203/2023.

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Sonia Poponessi - ISPRA – Area Comunicazione Ufficio Grafica
Foto di copertina: Marco Raumi, *Amanita muscaria* (L.) Lam.

Coordinamento pubblicazione online

Daria Mazzella
ISPRA – Area Comunicazione

Ottobre 2023

Autori

Comitato di coordinamento editoriale

Dott.ssa Carolina Elena Girometta (Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia)

Dott.ssa Francesca Floccia (ISPRA, Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità)

Dott. Marco Leonardi (Unione Micologica Italiana U. M. I. APS; Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi dell'Aquila)

Dott. Pietro Massimiliano Bianco (ISPRA, Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità)

Comitato scientifico (in ordine alfabetico)

Dott. Pietro Massimiliano Bianco (ISPRA, Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità)

Dott.ssa Maria Chiara Deflorian (MUSE – Museo delle Scienze di Trento)

Ing. Massimo Diaco (ISPRA, Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità)

Dott.ssa Francesca Floccia (ISPRA, Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità)

Dott. Marco Floriani (Gruppo Micologico «G. Bresadola» di Trento)

Sig. Leonardo Giuliani (A.M.E.R.- APS, Associazione Micologica Ecologica Romana)

Dott. Marco Leonardi (Unione Micologica Italiana U. M. I. APS; Dipartimento di Medicina Clinica, Sanità Pubblica, Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università degli Studi dell'Aquila)

Prof.ssa Anna Maria Persiani (Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma)

Prof.ssa Solveig Tosi (Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Pavia)

Prof. Giuseppe Venturella (Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo)

Referees

Dott.ssa Pierangela Angelini (ISPRA, tecnologo)

Daniele Antonini (Associazione Micologica Agaricwatching)

Massimo Antonini (Associazione Micologica Agaricwatching)

Dott. Alberto Cardillo (ISPRA, ricercatore)

Dott.ssa Laura Casella (ISPRA, ricercatore)

Prof. Stefano Martellos (Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste)

Dr.ssa Elena Salerni (Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Siena)

Ing. Saverio Venturelli (ISPRA, tecnologo)

Ringraziamenti

Si ringraziano (in ordine alfabetico) i componenti del Gruppo di Lavoro interdipartimentale di ISPRA e i contributori aderenti al *Network* con i quali è stato condiviso il presente manuale:

Valter Bellucci; Luca Campana; Emiliano Canali; Alessandra Casali; Marialba Cazzato; Fabrizio Ciocca; Francesca Davoli; Luca De Andreis; Stefano De Corso; Anna Di Noi; Cristian Di Stefano; Roberta Dotti; Flavia Garlisi; Daniela Genta; Gina Iacoviello; Luca Melega; Chiara Mengoni; Maurizio Miccinilli; Nadia Mucci; Sonia Popenessi; Rossella Sisti; Edoardo Velli.

Aceto Marialuisa; Angeles Flores Giancarlo; Angelini Paola; Anselmi Naldo; Barbagallo Lorenzo; Battel Gian Pietro; Bevilacqua Matteo; Bucchieri Marisa; Buligan Franco; Cancellieri Arianna; Cantori Silvio; Carlevale Federico; Chechi Andrea; Cocciante Benedetto; Corsanici Stefano; Costanzo Federica; Cutrupi Sebastiano; Dall'Oglio Francesca; De Marco Antonio; De Stefani Fabio; Del Mastro Luciano; Dell'Oste Egidio Fedele; Donini Marco; Dovana Francesco; Ermacora Alessandro; Ferri Enzo; Franceschino Renè; Giuliani Leonardo; Graziosi Simone; Gurrieri Aldo; Iotti Mirco; Maraia Gianluigi; Marchetti Euro; Marchionni Marco; Mastronardi Claudio; Morosini Matteo Carlo; Orlandini Claudio; Penati Fabio; Pietrantoni Giancarlo; Pilia Luca; Pineda Julissa; Pinget Barrios Jessika; Piussi Daniela; Pizzelli Valerio; Raumi Marco; Restocchi Stefano; Rinaldi Andrea; Rossi Massimiliano; Segneri Giovanni; Stefani Marta; Tentoni Giorgio; Tosoni Mirco; Visentini Daniela; Zambonelli Alessandra; Zanazzi Ugo.

Sommario

Presentazione del Direttore Generale di ISPRA.....	8
Presentazione del Presidente della Società Botanica Italiana	9
Premessa del Responsabile del Network per lo studio della diversità micologica.....	10
Executive summary.....	12
Introduzione.....	13
1. Iniziativa di censimento e monitoraggio dei macromiceti in Italia	16
Box A. Compatibilità della normativa nazionale con le attività di censimento e monitoraggio micologico.....	18
2. Linee guida per il censimento dei macromiceti.....	19
2.1. Rilievo e acquisizione dei dati	19
2.1.1. Geolocalizzazione	19
2.1.2. Determinazione delle specie macrofungine	21
2.1.3. Individuazione e assegnazione degli habitat alle specie fungine.....	22
2.2. Raccolta dei dati di censimento	25
2.3. Raccolta dei dati storici	25
2.4. Trasmissione dei dati di campo e storici	25
Box B. La funzione trofica.....	28
3. Linee guida per il monitoraggio dei macromiceti	39
3.1. Acquisizione e invio dei dati di monitoraggio	39
3.1.1. Definizione dei protocolli di monitoraggio	40
3.1.2. Schede di monitoraggio.....	44
4. Linee guida per l'acquisizione e la conservazione dei campioni fungini presso il fungarium.....	47
4.1. Selezione dei campioni destinati al <i>fungarium</i> e alle analisi genetiche	48
4.2. Preparazione e conferimento dei campioni	49
4.2.1. Preparazione degli <i>exsiccata</i>	49
4.3. Conservazione dei campioni	49
4.4. Analisi genetiche relative ai campioni del <i>fungarium</i>	50
Box C. Preparazione della provetta	55
Box D. Le collezioni micologiche in Italia	58
5. Il Sistema Informativo Funghi: la banca dati nazionale in formato aperto	59
5.1. Ambiti e obiettivi	59
5.2. Termini e definizioni	59
5.3. Organizzazione del Network	60
5.4. Requisiti dei contributori	60
5.5. Struttura del SIF	61
5.6. Certificazione di qualità	61
Glossario.....	62
Bibliografia.....	64
Sitografia.....	66
Normativa.....	67

Allegato 1. Dettaglio del campo Habitat II livello.....	68
Allegato 2. Dettaglio del campo Habitat III livello	71
Allegato 3. Sezioni ecoregionali	75
Allegato 4. Codice etico per i contributori al fungarium.....	79

Sommario delle figure e tabelle

Figura 1. Indicazioni di base per il campionamento nella grigliatura 10x10 m.....	20
Tabella 1. Lista e definizione degli habitat di livello I.....	24
Tabella 2. Elenco dei campi presenti della app di censimento Survey 123, modulo SIF 6.1.	26
Tabella 3. Elenco dei campi presenti nella app Survey123, modulo SIF 6.1 storici.....	27
Figura 2. <i>Cortinarius armillatus</i> (Fr.) Fr. Il genere <i>Cortinarius</i> include tipicamente specie micorriziche. Fotografia di Carolina Elena Girometta	30
Figura 3. <i>Helvella atra</i> J. König. Fotografia di Giuseppe Ciulli	31
Figura 4. <i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr. Fotografia di Giuseppe Ciulli.....	31
Figura 5. <i>Helvella lacunosa</i> Afzel. Fotografia di Giuseppe Ciulli.....	32
Figura 6. <i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm. Il genere <i>Mycena</i> include tipicamente specie saprotrofe della cellulosa e lignocellulosa; nell'ampio panorama di questo genere, <i>M. pura</i> è saprotrofa di lettiera. Fotografia di Carolina Elena Girometta.....	32
Figura 7. <i>Hygrophoropsis aurantiaca sensu lato</i> è tipicamente legata al detrito lignocellulosico al suolo, strobili in particolare. Fotografia di Carolina Elena Girometta.....	33
Figura 8. <i>Leucogyrophana mollusca</i> (Fr.) Pouzar è una tipica specie corticioide con comportamento prettamente saprotrofo e sviluppo superficiale, generalmente su tronchi a terra. Fotografia di Carolina Elena Girometta	34
Figura 9. <i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer si sviluppa solo su branche o individui morti di alcune piante legnose e assume comportamento tipicamente saprotrofo; quindi, non rientra tra le cause di deperimento e morte della pianta stessa. Fotografia di Carolina Elena Girometta.....	34
Figura 10. <i>Phellinopsis conchata</i> (Pers.) Y.C. Dai mostra attività cariogena nel legno debole e poco incisiva sul deperimento generale dell'ospite. Fotografia di Carolina Elena Girometta	35
Figura 11. <i>Phellinus tremulae</i> (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov è un patogeno che contribuisce in modo non trascurabile al deperimento dell'ospite invadendo tutto l'asse del fusto. Fotografia di Carolina Elena Girometta	36
Figura 12. <i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat. è patogeno non trascurabile nel deperimento dell'apparato radicale, del colletto e delle parti basali del fusto. Fotografia di Carolina Elena Girometta	37
Figura 13. <i>Fomitiporia mediterranea</i> M. Fisch. è di conclamata e non trascurabile azione patogena ma si manifesta macroscopicamente soprattutto dopo la morte dell'ospite. Fotografia di Carolina Elena Girometta.....	38
Tabella 4. Indicazioni per la frequenza minima di rilevamento in base alla dislocazione delle celle sotto monitoraggio	42
Tabella 5. Frequenza minima di campionamento	43
Tabella 6. Format di scheda di monitoraggio di singola specie fungina e note per la compilazione	45
Tabella 7. Format di scheda di monitoraggio di specifica cella (10x10 m) e note per la compilazione	46
Figura 14. <i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst. Fotografia di Marco Leonardi.....	51
Figura 15. <i>Boletus pinophilus</i> Pilát & Dermek. Fotografia di Marco Leonardi.....	51
Figura 16. <i>Tuber aestivum</i> Vittad. Fotografia di Marco Leonardi.....	52

Figura 17. <i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert. Fotografia di Marco Leonardi.....	52
Figura 18. Esemplare di <i>Russula aurea</i> Pers. preparata da Giuliano Lonati e conservato presso erbario dell'Università dell'Aquila. Fotografia Marco Leonardi	53
Figura 19. Mirabile esempio prodotto da Giuliano Lonati, il cui erbario personale è conservato presso l'Herbarium Mycologicum Aquilanum (AQUI) dell'Università degli Studi dell'Aquila. Fotografia di Marco Leonardi	54
Figura 20. Herbarium Mycologicum Aquilanum (AQUI) dell'Università degli Studi dell'Aquila. Fotografia di Marco Leonardi	54
Figura 21. Attrezzatura per il prelievo del DNA. Fotografia di Marco Leonardi	56
Figura 22. Frattura e prelievo della carne. Fotografia di Marco Leonardi.....	56
Figura 23. Prelievo del campione. Fotografia di Marco Leonardi	57
Tabella 8. Elenco dei campi visualizzabili per singolo record pubblicato nel SIF	61

Presentazione del Direttore Generale di ISPRA

L'Italia è caratterizzata da un patrimonio di biodiversità tra i più significativi in ambito europeo sia per numero totale di specie, sia per l'alto tasso di endemismo. Una tale ricchezza di biodiversità richiede senza dubbio un notevole impegno per assicurare l'adeguata tutela mediante azioni di conservazione e ripristino.

Un'attività efficace di conservazione della biodiversità richiede conoscenze adeguate e dati solidi, affidabili e aggiornati che derivino da attività di monitoraggio condotte con approcci tecnico-scientifici condivisi.

La raccolta dei dati costituisce il requisito essenziale per la conoscenza, lo studio e l'individuazione di eventuali criticità al fine di valutare le azioni più opportune da intraprendere.

I Funghi sono una componente indispensabile della biodiversità e degli ecosistemi terrestri; tuttavia, nelle Direttive europee per la conservazione della biodiversità godono solo di una tutela generica: la consapevolezza della loro importanza e della mancanza nella normativa specifica di tutela, anche alla luce dei recenti richiami da parte della *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), ha spinto alla realizzazione di questo volume dedicato specificatamente a tale Regno.

Il volume comprende indicazioni per il censimento e il monitoraggio dei funghi macromiceti ed è stato predisposto da ISPRA con l'importante supporto della Società Botanica Italiana (SBI), del Museo delle Scienze di Trento – MUSE, dell'Unione Micologica Italiana (UMI), dell'Associazione Micologica Ecologica Romana (AMER) e del Gruppo Micologico "G. Bresadola" di Trento.

Questo volume si inserisce nel novero degli strumenti elaborati da ISPRA per consentire al Paese di contribuire alla raccolta di dati di biodiversità utili alla conservazione di specie ed ecosistemi.

L'approccio seguito ricalca quello dei volumi dedicati al monitoraggio delle specie vegetali e animali e a quello di volumi internazionali dedicati al censimento e monitoraggio dei funghi.

Nella consapevolezza che i funghi e gli ecosistemi terrestri da cui questi dipendono rappresentano una delle più grandi sfide per la conservazione della biodiversità nei prossimi anni, ISPRA intende contribuire a una migliore conoscenza di tale singolare patrimonio di biodiversità per avviare politiche di protezione e conservazione sempre più efficaci.

Dott.ssa Maria Siclari Direttore
Generale ISPRA

Presentazione del Presidente della Società Botanica Italiana

La nostra società sta acquisendo sempre maggiore consapevolezza sul valore della biodiversità e sul ruolo fondamentale che ha questa componente del nostro pianeta anche per garantire benefici ecosistemici e sviluppo sostenibile. Tra le diverse componenti della biodiversità, i funghi sono senza dubbio una di quelle meno conosciute in assoluto, nonostante il loro ruolo essenziale per garantire il funzionamento degli ecosistemi. Diventa, quindi, essenziale implementare in tempi anche rapidi le nostre conoscenze sulla diversità fungina, in termini di quali specie sono presenti, dove sono presenti, come cambiano nel tempo, e molto altro ancora. Questo obiettivo generale si può raggiungere solo attraverso una costante attività di raccolta, catalogazione e analisi di dati.

Per questi motivi, nel mio ruolo di Presidente della Società Botanica Italiana (SBI), ho supportato lo sviluppo delle interazioni che erano già in essere tra il Gruppo di Lavoro per la Micologia della SBI e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA, che è maturato con la sottoscrizione di un accordo formale di collaborazione, che permetta di valorizzare il sistema organizzativo e di conoscenze dell'Istituto con la rete di esperti scientifici presenti nella SBI. Questo network permetterà di realizzare una banca dati nazionale, denominata *Sistema Informativo Funghi* (SIF), che ospiterà e renderà disponibili all'intera collettività i dati della biodiversità fungina. Tale iniziativa è supportata da un comitato scientifico che include, oltre ad ISPRA e SBI, il Museo delle Scienze di Trento (MUSE), l'Associazione Micologica Ecologica Romana, l'Unione Micologica Italiana e il Gruppo Micologico "G. Bresadola" di Trento. Un lavoro importante come questo non può che essere fondato su una solida base che, in questo caso, include tutti i principali referenti scientifici della biodiversità micologica nel paese.

Nell'ambito di questo accordo e di questa cooperazione scientifica sono state realizzate le "Linee Guida per il censimento e il monitoraggio dei macromiceti in Italia", rivolte a micologi ed esperti in micologia per definire standard e regole per la raccolta e l'archiviazione dei dati di censimento e monitoraggio micologici. Oltre che i dati è prevista anche la possibilità di inviare i campioni fungini raccolti al *fungarium*, ovvero l'erbario micologico realizzato da ISPRA presso la sede di Ozzano dell'Emilia. Nel *fungarium* i campioni di funghi, raccolti e inviati volontariamente dai contributori verranno registrati, conservati e, se richiesto, sottoposti ad analisi genetiche. Sottolineo quanto sia elevato il valore della conservazione di reperti naturalistici, e come il loro valore potrà permettere in futuro ricerche di ogni tipo.

Una visione unificata e relazionale delle informazioni contenute nei dati, archiviati e gestiti negli archivi digitali, e nei reperti biologici, preservati nel *fungarium*, rappresenta un significativo passo avanti per lo studio, la gestione e anche la conservazione della biodiversità fungina nel nostro paese e mi auguro che questa iniziativa possa crescere e rafforzarsi nel tempo.

Alessandro Chiarucci
Presidente Società Botanica Italiana

Premessa del Responsabile del Network per lo studio della diversità micologica

Così, quella scoperta che subito gli aveva riempito il cuore d'amore universale, ora gli metteva la smania del possesso, lo circondava di timore geloso e diffidente.

Il posto dei funghi lo so io e io solo, - disse ai figli, - e guai a voi se vi lasciate sfuggire una parola.

[Marcovaldo, Italo Calvino, 1963]

Un ecosistema sano è un ambiente naturale nel quale organismi viventi e componenti non viventi coesistono in equilibrio tra loro, scambiando composti ed energia, assicurando una maggiore resistenza e resilienza dell'ambiente alle molteplici pressioni e minacce antropiche.

La diversità micologica, o fungina, rappresentata dalla ricchezza e varietà di funghi presente sul nostro territorio, oltre a essere fonte di beni, risorse e servizi indispensabili per la sopravvivenza degli ecosistemi e dell'uomo, può senz'altro rappresentare un ulteriore elemento conoscitivo per valutare lo stato di equilibrio e la qualità degli ecosistemi stessi.

Quando si affronta il tema della diversità fungina e quindi delle specie presenti, della loro abbondanza, compresa la loro diversità genetica, dobbiamo tenere in considerazione anche aspetti come la distribuzione e le interazioni che le varie specie hanno con le altre componenti viventi e non viventi degli ecosistemi. Ma quali sono le dimensioni della diversità fungina sul territorio italiano? È possibile utilizzare i funghi come "sentinelle" di biodiversità, ovvero come custodi dell'equilibrio biologico degli habitat forestali, e contribuire a valutare *in primis* gli impatti dei cambiamenti climatici sul loro tasso di estinzione?

In Italia la diversità fungina è indagata in tutti i suoi aspetti da università, istituti di ricerca, Regioni, ASL e, inoltre, dall'associazionismo a livello locale e nazionale e dai singoli micologi che rappresentano anch'essi inestimabili presidi conoscitivi. Tale attività ha consentito di costruire molteplici banche dati anche di grande valore scientifico; tuttavia, non esiste ancora un quadro completo e integrato di dati e conoscenze condivise.

È possibile, quindi, effettuare un censimento nazionale dei funghi? È possibile aumentare le conoscenze sulla distribuzione temporale e spaziale della biodiversità fungina in Italia al fine di misurare e comprendere gli eventuali cambiamenti a lungo termine di queste singolari comunità biologiche? È possibile sviluppare una banca dati nazionale integrando i dati di censimento e monitoraggio *in situ* con i dati di sequenziamento genetico delle specie rilevate, un database di cui il nostro Paese è attualmente privo?

Queste le molteplici domande che ci siamo posti nel 2021 prima di ideare il *Network per lo studio della diversità micologica* e definire gli obiettivi: creare una rete di soggetti con competenze diverse per reperire, con un processo partecipativo, i dati sui funghi macromiceti in Italia e partecipare alle attività di studio e tutela con l'Europa e a livello globale realizzando una banca dati nazionale incrementale a disposizione di tutta la collettività.

È sicuramente una sfida complessa mai organizzata prima su scala nazionale e che può essere affrontata per il futuro se si opera allo stesso modo, utilizzando i medesimi standard e condividendo le regole anche aprendoci all'uso di nuove tecnologie, come già da anni viene fatto per le specie animali e vegetali seguendo le indicazioni della Direttiva Habitat. L'obiettivo è quello di inserire il Regno Funghi all'interno delle direttive di tutela ambientale al pari dei Regni Animale e Vegetale. Una finalità già perseguita dall'iniziativa FFF - *Fauna Flora Funga* sponsorizzata dalla Fungi Foundation e dal Climate Litigation Accelerator (CLX) che riteniamo di poter accogliere.

Con questo manuale abbiamo voluto delineare le prime regole per un censimento nazionale dei macromiceti e facilitare le operazioni di acquisizione delle informazioni secondo precisi standard e con precisi settaggi di acquisizione del dato, allo scopo di avviare un dialogo e una richiesta di collaborazione scientifica con tutti i soggetti a vario titolo interessati al mondo della micologia italiana.

Il presente studio costituisce il frutto dell'impegno e del coinvolgimento dei tanti partecipanti all'iniziativa *Open Science* del *Network* ed è stato approvato dal Comitato scientifico che l'ISPRA ha istituito con la Società Botanica Italiana (SBI), il Museo delle Scienze di Trento (MUSE), l'Unione Micologica Italiana (UMI), l'Associazione Micologica Ecologica Romana (AMER), il Gruppo Micologico "G. Bresadola" di Trento (GMB).

L'auspicio è che i dati sui funghi non siano considerati "tesori" da nascondere gelosamente e che questa notevole conoscenza distribuita non vada dispersa ma piuttosto valorizzata attraverso la condivisione con la comunità scientifica in formato aperto e, inoltre, resa pubblica al cittadino. La conoscenza locale, a partire dai rilevamenti *in situ*, dalle raccolte con permessi speciali sui territori regionali fino alle serie storiche, rappresenta un patrimonio importantissimo di informazioni e di esperienza locale senza pari che sparirebbe inevitabilmente se non utilizzato in forma integrata.

Per realizzare tale integrazione valorizzando le conoscenze acquisite, è necessario però superare quella resistenza verso l'innovazione che a volte ha caratterizzato l'indagine tradizionale: solo così si potrà realizzare una "nuova conoscenza" che, a partire proprio da quella locale, possa dare risposte agli interrogativi posti.

Ing. Massimo Diaco

Responsabile del Network per lo studio della diversità micologica

Executive summary

Guidelines for the census and monitoring of macromycetes.

According to the FFF initiative (Fauna Flora Funga), fungi should be recognized as playing a crucial role in ecosystem functioning. Therefore, it is time to include fungi in the global conservation goals. The fungal kingdom is equally as important as the animal and plant kingdoms for the understanding of our planet, and fungi are key for interpreting the functioning and resilience of ecosystems.

There is a growing public consciousness of the role of fungi in the environment and the necessity to conserve them and their habitats.

Recording mycological data is important to improve local and national distribution maps of fungi. High quality data also allows the comparison of past and present findings to understand the changes in biodiversity that have occurred over time. In addition, reliable data for local and national Red Lists emphasizes the mycological value of sites that may be subject to planning applications.

In Italy, there are numerous mycological groups and associations that record local fungi around the country. There are also many mycologists who work independently in the field. Consequently, there is a large dataset representing an invaluable resource with enormous potential.

However, until now, each mycologist or group has been using their own collection and registration rules and standards. Establishing and sharing common protocols for collection has therefore become essential.

In 2020, the Italian Institute for Environmental Protection and Research ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) developed a Network for the study of mycological diversity.

One of the most important initiatives of the Network is the "National collecting of fungi". Its first goal is to collect fungal data in a national database, the "Fungi Information System" (SIF, Sistema Informativo Funghi), encouraging mycologists, experts, and groups to record their local findings in a systematic format and submit them to the SIF. The database will include not only edible fungi but all fungal species that may be indicators of habitat quality.

This is the first national initiative that aims to collect data from different sources, sent autonomously and voluntarily, so that Italy has a database to help policy makers to include fungi in national and regional legislation.

It is in this context that these guidelines have been proposed. Starting from the basic principles of collection, to providing instructions for sending mycological and habitat data to the Network, the recording procedures have been established with the main objective of sharing them with stakeholders at all levels.

To carry out future conservation actions we need data on a nation-wide scale, so let's start.

Introduzione

Contesto istituzionale e scientifico

L'ISPRA mediante l'istituzione del Sistema Nazionale di Protezione Ambientale – SNPA e del Sistema Informativo Nazionale Ambientale – SINA, ha assunto un ruolo strategico nella distribuzione delle informazioni ambientali attraverso il compito di acquisire e sistematizzare, in formato aperto e accessibile al pubblico, ogni dato ambientale che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiranno riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

In particolare, le recenti norme in materia affidano a ISPRA il compito di stimolare un raccordo tra le iniziative attuate dai vari soggetti pubblici e privati nella raccolta e nell'organizzazione dei dati ambientali nonché di garantire il mantenimento coerente dei flussi informativi e la divulgazione dei dati a tutta la pubblica amministrazione, ai ricercatori, ai professionisti e a tutti i cittadini (cfr. l'art.1 del D.Lgs. 195/2005; comma 4 dell'art. 6 del Decreto-legge 14 ottobre 2019, n. 111, convertito, con modificazioni, dalla Legge 12 dicembre 2019, n. 141; la legge 132/2016). Tale contesto normativo e organizzativo è altresì richiamato dalle direttive ministeriali impartite a ISPRA dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) con cui, oltre alle attività di raccolta dati, informazione ambientale e produzione di sistemi cartografici sopra richiamate, è affidato altri importanti obiettivi: il ripristino e il mantenimento della biodiversità attraverso iniziative di ricerca, formazione ambientale e divulgazione scientifica.

Questo significativo impegno istituzionale, cresciuto negli ultimi anni, risponde anche agli allarmi della comunità scientifica sul declino della biodiversità globale, come evidenziato dai dati del *Living planet index* che registrano un crollo del 68% delle popolazioni selvatiche nel periodo 1970-2016 (Ledger, S.E.H., Loh, J., Almond, R. et al., 2023).

Una situazione drammatica, che si ripercuote anche sull'uomo, sulla sua salute e le sue attività. Per questi motivi a ISPRA, in sinergia con altri soggetti pubblici, sono richieste azioni specifiche di tutela e salvaguardia attraverso il censimento e il monitoraggio delle specie e degli habitat per anticipare i rischi emergenti e stimolare l'adozione di adeguate politiche di conservazione.

Con particolare riferimento allo stato di conservazione dei funghi nel mondo, come evidenziato nei Report "State of the World's Plants and Fungi" pubblicati nel 2018 e 2020 dai *Royal Botanic Gardens, Kew*, va sottolineata la grave carenza di dati micologici e la disomogenea distribuzione dei dati attualmente a disposizione sul territorio mondiale.

Un importante riconoscimento dei funghi come componenti fondamentali della biodiversità è stato dato dall'iniziativa denominata *Fauna Flora Funga* (FFF) che ha chiesto la sostituzione della dicitura «animali e piante» e «fauna e flora» con «animali, funghi e piante» e «fauna, flora e funga» (IUCN 2011)

Lo stesso messaggio è contenuto nei citati report del *Royal Botanic Gardens* affinché i funghi siano considerati alla pari con il Regno vegetale e quello animale.

In Italia esistono considerevoli iniziative scientifiche, volte a accrescere le conoscenze dei macromiceti, effettuate con censimenti sia a livello locale e provinciale (Grosseto, Siena Pavia, Bologna, Trento, ecc) sia regionale (Toscana, Liguria, Sicilia, Lazio, ecc.) sia su scala nazionale, come a esempio la check-list dei basidiomiceti (Onofri et al., 2005). Tuttavia, tutte queste iniziative sono state eseguite senza un condiviso e preliminare standard di acquisizione e, sebbene i dati siano stati prodotti con accuratezza scientifica e in considerevole quantità, essi non sono tra loro interoperabili, cioè aggregati in database in grado di connettere tra loro le informazioni e, di conseguenza, facilmente e immediatamente utilizzabili.

Tale quadro, quindi, evidenzia la necessità di avviare su tutto il territorio nazionale una specifica attività di censimento e monitoraggio sulla diversità micologica e sui macromiceti richiedendo la partecipazione di tutti gli attori a vario titolo interessati alla tematica secondo regole e standard condivisi.

Il *Network per lo studio della diversità micologica* è la risposta istituzionale e organizzativa al contesto scientifico sopra delineato con l'obiettivo di realizzare una banca dati nazionale di dati micologici denominata *Sistema Informativo Funghi* (SIF) a vantaggio dell'intera collettività.

Censimento e monitoraggio

Censimento e monitoraggio sono due attività che, pur distinte, sono strettamente interdipendenti tra loro poiché integrano e completano dati e informazioni afferenti allo stesso fenomeno.

Come meglio esplicitato in seguito, in termini ecologici generali e per fini operativi e gestionali la parola censimento indica il processo inteso a determinare il numero di esemplari di uno o più taxa presenti nel territorio in esame in un dato momento temporale (Elzinga et Salzer, 1998; Sutherland, 2006). Nel caso delle presenti Linee Guida, il censimento riguarda

non solo le specie fungine presenti in un'area, ma anche una caratterizzazione di massima dell'habitat esistente in quella stessa area. Lungi dall'eshaustività di un rilievo floristico o vegetazionale propriamente detti, ciò è necessario a supportare uno dei cardini del progetto, ovvero la correlazione tra micoflora e habitat.

Il termine monitoraggio, invece, indica il processo con cui viene determinato il numero di esemplari, o quantomeno l'andamento della popolazione, di uno o più taxa presenti nel territorio in esame in un dato intervallo di tempo in maniera periodica e sistematica. Il monitoraggio ha tre funzioni principali: fornire informazioni sulle variazioni nel tempo; misurare il successo delle azioni di gestione e conservazione; rilevare gli effetti di perturbazioni e disturbi (Elzinga et Salzer, 1998; Sutherland, 2006).

Anticipando brevemente il contenuto dei paragrafi successivi, il presente progetto prevede di rilevare la diversità fungina in luoghi ben determinati e tempistiche ben determinate e di ripetere tali rilevamenti nel tempo. In tal modo si ha un quadro esaustivo della diversità stessa e delle sue variazioni, nonché una correlazione al tipo di ambiente.

Principi dell'iniziativa

La scienza avanza costruendosi sia sui risultati antecedenti sia con la proposizione di nuove idee o soluzioni ed è collegata alla quantità di conoscenza, informazione e dati prodotti riutilizzabili. Diffondere e rendere accessibili e interoperabili i dati secondo i paradigmi dell'open data e FAIR data può essere considerata la base per un reale progresso scientifico.

Inoltre, l'accesso libero ai risultati della ricerca scientifica fa parte di una più generale apertura della scienza verso il mondo esterno e la società, con l'intenzione di stimolare processi di partecipazione dei cittadini o di migliore informazione e comunicazione della complessità affrontata nel mondo scientifico.

Sono infatti ormai numerosi in tutto il mondo i gruppi e le istituzioni di ricerca che, lavorando in un'ottica di condivisione dei risultati anche mediante progetti di *citizen science*, adottano soluzioni tecnologiche in grado di facilitare la più ampia partecipazione alle azioni nonché una diffusione dei risultati scientifici a livello globale.

Il Network e, in particolare, l'organizzazione dell'iniziativa di censimento e monitoraggio dei macromiceti, richiede la partecipazione volontaria di cittadini esperti che collaborano utilizzando i principi dell'*Open science*, ovvero della scienza aperta, trasparente e collaborativa, accessibile e fruibile.

Open science, infatti, vuol dire facilitare la circolazione della conoscenza e l'accesso al sapere, incentivare l'innovazione, sfruttare il più possibile il valore sociale e il potenziale della ricerca.

Target di riferimento

Il target del presente manuale è costituito principalmente dai contributori aderenti al Network, ovvero i micologi, gli esperti di micologia e i gruppi micologici che operano sul territorio sia a livello locale che nazionale.

Finalità e struttura del manuale

In questo manuale i contributori troveranno gli standard e le regole per la raccolta e l'invio dei dati di censimento e monitoraggio, ma anche per la raccolta e l'invio di campioni fungini al *fungarium*, l'erbario micologico realizzato da ISPRA presso la sede di Ozzano dell'Emilia (BO). Nel *fungarium* i campioni, inviati volontariamente dai contributori, vengono registrati, conservati e, se richiesto dal contributore, sottoposti ad analisi genetiche.

Il presente manuale costituisce uno dei risultati dell'accordo fra ISPRA e Società Botanica Italiana (SBI) e ha richiesto per la sua realizzazione il necessario coinvolgimento del Comitato scientifico del Network e di altre figure professionali esperte del settore. Il lavoro si è sviluppato tra il 2021 e il 2023, con lo scopo di definire le metodiche e i protocolli operativi ottimali per effettuare il censimento e il monitoraggio dei macromiceti al fine di sviluppare il *Sistema Informativo Funghi* (SIF).

Il manuale fornisce le metodologie per migliorare la coerenza dei dati raccolti sul campo nonché per organizzare e ottimizzare tutte le attività di monitoraggio e raccolta dati a livello nazionale, garantendo un migliore coordinamento fra gli attori coinvolti e una più efficace comparazione dei risultati.

Il manuale si compone di cinque capitoli che riguardano rispettivamente: l'iniziativa di censimento nazionale dei funghi avviata dal Network, le linee guida per il censimento e per il monitoraggio dei macromiceti, le linee guida per la raccolta e la conservazione di campioni fungini, la struttura del *Sistema Informativo Funghi* di ISPRA.

Realizzazione del manuale

Le attività per la realizzazione del manuale sono state:

- istituzione del Comitato di coordinamento editoriale e designazione del responsabile scientifico

-
- elaborazione dei testi da parte del Comitato di coordinamento editoriale e revisione degli stessi da parte dei componenti del Comitato scientifico del Network
 - revisione dei testi da parte di un gruppo di referee esterno
 - condivisione dei testi con il gruppo di lavoro interdipartimentale ISPRA e i gruppi, le associazioni e i singoli micologi ed esperti in micologia iscritti al Network
 - valutazione delle revisioni da parte del Comitato di coordinamento editoriale e approvazione del manuale da parte del Comitato scientifico del Network.

1. Iniziativa di censimento e monitoraggio dei macromiceti in Italia

Queste linee guida nascono con l'obiettivo di fornire ai contributori iscritti al *Network per lo studio della diversità micologica* di ISPRA (di seguito *Network*) le procedure e gli standard che il Comitato di coordinamento della Convenzione ISPRA-SBI e il Comitato scientifico hanno stabilito per realizzare il censimento delle specie macromicetiche sul territorio nazionale e i successivi monitoraggi delle specie negli habitat.

L'iniziativa persegue l'obiettivo di registrare le specie presenti sul territorio nazionale abbinandole agli habitat in cui queste vengono reperite, in un'ottica di conoscenza e studio "ecosistemico" dei macromiceti; l'approccio metodologico tramite il censimento e il monitoraggio, quindi, potrà dare informazioni più ampie non solo sulle specie macromicetiche presenti, ma anche sull'ambiente nel quale si ritrovano i carpofori.

Il monitoraggio, successivamente, permetterà lo studio approfondito di determinate specie nei propri habitat per seguire l'andamento nel tempo della presenza dei carpofori e, indirettamente, lo stato degli habitat medesimi.

Il censimento e il monitoraggio vengono effettuati da micologi ed esperti di micologia che hanno aderito al *Network* volontariamente.

I rilievi e le raccolte di specie macromicetiche vengono inviati tramite applicazioni (di seguito *app*) realizzate da ISPRA. Per ciascun rilievo e/o raccolta, il contribuente compila una scheda specifica che è inviata automaticamente al *Network* tramite *app*.

Il contribuente che si iscrive al *Network* ha completa autonomia nello stabilire le aree nelle quali effettuare i rilievi e le raccolte.

I rilievi e i dati inviati tramite *app* vengono verificati preliminarmente alla loro pubblicazione. La verifica consiste in un controllo della nomenclatura e nella codifica dell'habitat secondo i codici EUNIS.

Il sistema di classificazione degli habitat EUNIS è un sistema gerarchico paneuropeo completo per facilitare la descrizione armonizzata e la raccolta di dati in tutta Europa attraverso l'uso di criteri uniformi per l'identificazione degli habitat.

Al termine della verifica, i rilievi e i dati vengono pubblicati in qualità di record nel *Sistema Informativo Funghi (SIF)* di ISPRA.

Partecipazione al *Network*

Per partecipare alle attività di censimento nazionale dei macromiceti è necessario iscriversi al *Network* in qualità di contribuente. Al momento dell'adesione i contributori ricevono un codice alfanumerico denominato ID.

I contributori sono persone fisiche in possesso di uno dei seguenti requisiti: attestato di micologo oppure esperienza in micologia.

Mentre l'iscrizione al Registro Nazionale dei Micologi è requisito sufficiente per accogliere la richiesta di partecipazione, l'esperienza in micologia viene riconosciuta esclusivamente nell'ambito del *Network* e ai fini delle sue attività previo parere vincolante del Comitato scientifico che provvede a verificare le dichiarazioni dei candidati in base ai criteri prestabiliti.

I requisiti per partecipare al *Network* sono riportati nel dettaglio nel paragrafo 5.4.

Invio dei dati micologici tramite le *app* del *Network*

L'iniziativa di censimento nazionale dei macromiceti prevede la possibilità per i contributori del *Network* di inviare i propri dati, sia rilevati in campo che facenti parte di banche dati già in loro possesso (dati storici). Tutti i dati, una volta verificati, confluiscono nel SIF.

I contributori sono responsabili dei dati trasmessi e a essi è riconosciuta la proprietà intellettuale dei dati scientifici inviati.

Per partecipare alle operazioni di censimento in campo i contributori devono:

- disporre di un dispositivo mobile (cellulare smartphone o tablet) oppure di un pc
- conoscere gli standard di acquisizione dei dati
- raccogliere i dati di rilievo di campo e inviarli mediante le apposite applicazioni informatiche di seguito descritte.

Il *Network* ha realizzato specifiche applicazioni (di seguito *app*) per gestire il processo di acquisizione dei rilievi e dati micologici provenienti dalla rete dei contributori.

Il *Network* acquisisce rilievi e dati di provenienza:

-
- attività di censimento
 - attività di monitoraggio.
 - archivi ed erbari personali e di Associazioni e Gruppi micologici, Enti e Istituzioni quali Musei e Università
 - dati bibliografici (cosiddetti dati storici)

I dati di censimento vengono acquisiti e inviati attraverso la *app* (vedi paragrafo 2.2).

La *app* di censimento è disponibile in due diverse modalità, sincrona e asincrona.

Installando l'applicazione **Survey123 for ArcGis** sul proprio dispositivo elettronico (smartphone, tablet, pc) è possibile effettuare rilievi direttamente in campo (modalità sincrona) oppure trasferire in un secondo momento le informazioni raccolte (modalità asincrona). L'*app* necessita di una iniziale configurazione e il modulo si chiama **SIF 6.1**. Per la configurazione e l'utilizzo dell'*app* sono stati predisposti appositi tutorial presenti nel sito web <https://ndm.isprambiente.it/>

La *app* permette anche di inviare i dati storici tramite il modulo denominato **SIF 6.1 storici** (vedi paragrafo 2.3). Inoltre, in caso di numerosi dati, è possibile utilizzare un format predisposto dal Network, che può essere richiesto direttamente all'indirizzo ndm-dati@isprambiente.it.

Per poter utilizzare la *app* è necessario aderire al Network e al momento dell'adesione vengono comunicati nome utente e password.

Invio dei campioni fungini al Network

L'iniziativa di censimento nazionale dei macromiceti prevede la possibilità per i contributori iscritti al Network di inviare volontariamente i propri campioni al *fungarium* di ISPRA. Come detto precedentemente, per i dati, anche i campioni possono provenire da attività di campo, oppure dagli archivi personali dei contributori e dagli archivi di Associazioni, Gruppi micologici, Enti e Istituzioni (Musei e Università) di cui il contributore fa parte.

I campioni inviati vengono conservati nel *fungarium* di ISPRA e, in caso di richiesta da parte del contributore, possono essere sottoposti alle analisi genetiche da parte del personale dell'Istituto appartenente all'Area per la Genetica della Conservazione.

È possibile inviare campioni al *fungarium* anche senza richiesta di analisi genetiche.

La richiesta di analisi genetiche viene effettuata dal contributore tramite *app* dopo aver accettato il codice etico.

Ai contributori che inviano i propri campioni è riconosciuta la proprietà intellettuale dei dati ottenuti dalle analisi genetiche sui campioni medesimi.

Box A. Compatibilità della normativa nazionale con le attività di censimento e monitoraggio micologico

A cura di Marco Floriani

La raccolta dei funghi in Italia è attualmente regolamentata dalle leggi e dai regolamenti emanati dalle singole Regioni o dalle Province Autonome di Trento e Bolzano, nel rispetto della Legge 23 agosto 1993, n. 352 "Norme quadro in materia di raccolta e commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati (G.U. n. 215 del 13/09/1993)". Tale legge quadro è stata successivamente oggetto di integrazioni che tuttavia non riguardano nello specifico la parte relativa alla raccolta dei funghi spontanei.

Le scelte operate a livello regionale o provinciale disegnano pertanto un mosaico di normative assai variegato, che solo in una piccola parte di territori consente una raccolta dei funghi totalmente libera (perlomeno ai residenti della zona), mentre più sovente è necessaria un'autorizzazione alla raccolta, soggetta al versamento di una tassa per la raccolta e/o alla frequentazione di un corso introduttivo alla micologia e al conseguente ottenimento di un patentino di raccogliitore. Sono inoltre fissati dei limiti di peso giornalieri per la raccolta (comunque entro i 3 kg), derogabili per i cittadini che effettuino la raccolta al fine di integrare il reddito normalmente percepito.

La raccolta dei funghi a scopo scientifico è contemplata dall'art. 8 della legge quadro nazionale, che "in occasione di mostre, di seminari e di altre manifestazioni di particolare interesse micologico e naturalistico" consente al "presidente della giunta regionale" di "rilasciare autorizzazioni speciali di raccolta per comprovati motivi di interesse scientifico". Tali autorizzazioni possono avere validità non superiore ad un anno e sono rinnovabili. Se da un punto di vista teorico, quindi, tale articolo garantisce allo studioso la possibilità di ottenere una autorizzazione speciale per l'intero territorio italiano, all'atto pratico sono notorie le difficoltà con cui questo può avvenire, in particolar modo per quelle regioni che hanno a loro volta delegato il rilascio dei permessi di raccolta (sia onerosi che gratuiti) a entità territoriali più limitate (province, comunità di valle, comunità montane, comuni). Le attività di censimento e monitoraggio della biodiversità fungina presuppongono evidentemente la possibilità di esplorare territori che spesso superano i confini di una regione, ed è pertanto auspicabile che future revisioni delle normative, tanto a livello locale che a livello nazionale, tengano conto in modo preminente anche tali esigenze, che potrebbero essere meglio soddisfatte agendo prevalentemente secondo due direttrici:

1. mantenere la possibilità di rilascio dei permessi a scopo scientifico anche a livello regionale, se non nazionale, per i soggetti coinvolti in progetti rilevanti.
2. contemplare un vero e proprio cambio di approccio della normativa, che potrebbe idealmente limitare la raccolta di un numero limitato di specie / generi di particolare interesse alimentare o commerciale, lasciando di fatto libera la raccolta delle rimanenti specie (in modiche quantità) anche senza una specifica autorizzazione locale.

2. Linee guida per il censimento dei macromiceti

Il termine *censimento* indica il processo con cui si determina il numero di esemplari di uno o più *taxa* presenti nel territorio in esame in un dato momento temporale (Elzinga et Salzer, 1998).

Alla determinazione del numero di esemplari è accompagnata generalmente la loro geolocalizzazione quanto più accurata possibile, a maggior ragione se si opera con soggetti statici e non mobili (funghi, piante, ecc.). Poiché censire tutti gli esemplari, sia pure statici, può essere difficile o addirittura impossibile (ad esempio nel caso di organismi microscopici o di aree in esame molto ampie), i censimenti si dividono convenzionalmente in esaustivi e non esaustivi. Nei censimenti esaustivi si presuppone di poter ottenere il conteggio assoluto, ovvero completo, di tutti gli esemplari presenti; in quelli non esaustivi si desume tale numero per via indiretta, procedendo ad esempio per aree/transetti campione o semplicemente per campioni (es. suolo) adeguatamente rappresentativi di tutta l'area in esame, da cui si trae poi un'elaborazione matematica, nel caso più semplice con una proporzione sull'area complessiva (Sutherland, 2006).

È importante dunque osservare che il censimento rappresenta lo stato delle comunità *in un momento temporale ben preciso*, che può essere soggetto a variazione nel breve o lungo periodo e può risentire di innumerevoli errori dovuti alla contingenza di quel campionamento (errore dell'operatore, casualità della fenologia, scelta inadeguata del punto di campionamento, ecc.). Nel circoscrivere il singolo censimento ad un singolo momento temporale, si intende che tale momento si sostanzia nell'intervallo minimo compatibile con i tempi operativi e con la possibilità di intercettare tutti i *taxa* desiderati in fasi fenologiche idonee al rilevamento: in breve, il singolo censimento di macrofunghi in una data area potrà protrarsi per mesi, perché non tutti i *taxa* si manifesteranno nel medesimo periodo dell'anno.

La raccolta dei dati è la colonna portante di qualsiasi studio scientifico originale, inclusi gli studi basati sul monitoraggio. È necessario tenere sempre a mente che molte delle informazioni richieste non potranno verosimilmente essere recuperate in un secondo tempo e che ogni mancanza andrà a detrimento della qualità scientifica o ad aggravare il lavoro analitico.

Nelle attività di raccolta dei dati il rilevatore è tenuto ad attenersi scrupolosamente all'annotazione dei dati richiesti, per quanto la loro registrazione, schematica e uniforme, ponga necessariamente qualche limite sostanziale e formale. A sussidio di ciò interviene la possibilità di addurre ulteriori annotazioni ritenute necessarie all'identificazione del campione, alle sue caratteristiche da fresco, all'habitat, eccetera. Il dato cui non sia possibile associare una scheda completa e ragionevolmente attendibile è invalidato e rimosso, indipendentemente dalla rilevanza dell'oggetto naturalistico in esame.

In questo capitolo verranno date indicazioni generali sulle modalità di censimento delle specie macrofungine, per poi definire gli standard che sono stati stabiliti dal Network e riportati nelle *app* di censimento in campo e di recupero di dati storici.

Il contributore che aderisce al Network e che partecipa all'iniziativa di censimento nazionale dei macromiceti può inviare i propri rilievi tramite l'*app* sia da smartphone sia da pc.

2.1. Rilievo e acquisizione dei dati

Il rilevamento dei dati micologici include tre elementi principali: localizzazione spaziale e temporale, determinazione della specie e inquadramento della specie rilevata nell'habitat.

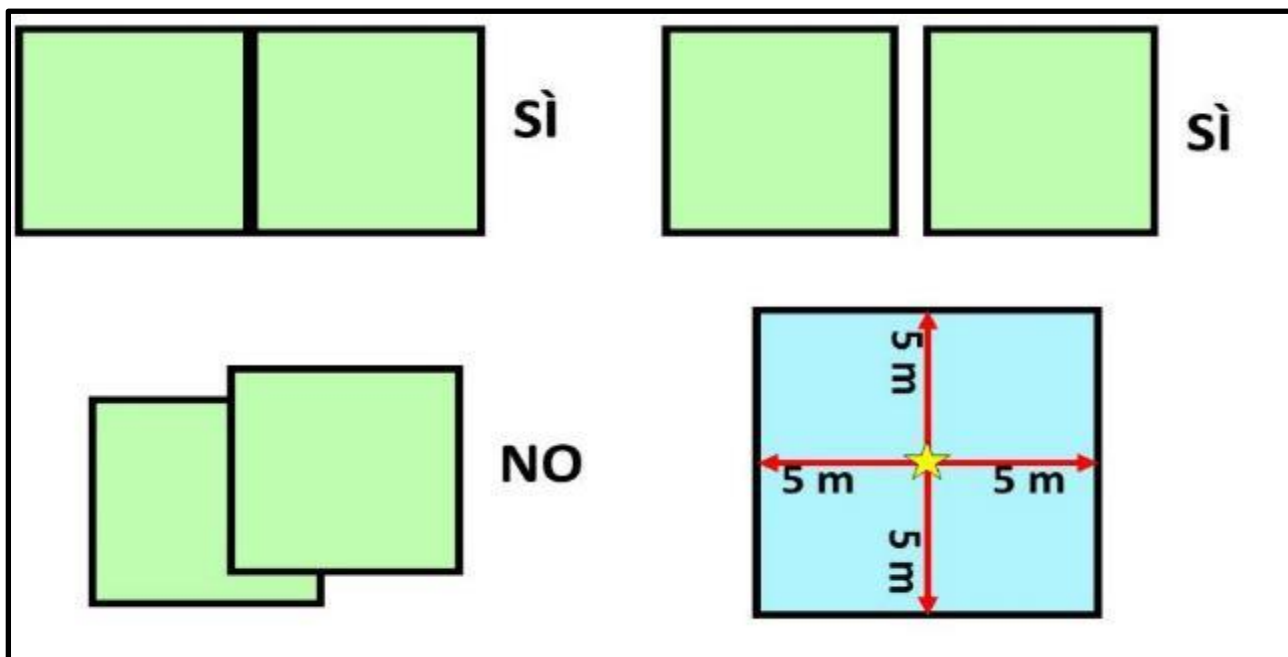
2.1.1. Geolocalizzazione

Il sistema di rilevamento e inquadramento analitico dei dati è basato su una grigliatura a maglie quadrate di 10x10 m (da non confondere con la grigliatura per il rilevamento del tipo di habitat, che si articola in maglie di 100x100 m). Come generale indicazione pratica, ciò significa che:

- il rilevatore si reca presso la località concordata per il censimento; i settori di maggior interesse in questa località sono già stati individuati in ricognizioni precedenti o sulla base di dati storici; in questi settori il rilevatore/il gruppo ha individuato (a priori) celle di 10x10 m particolarmente rappresentative che saranno sempre le medesime; nella pianificazione iniziale si evitano sovrapposizioni tra celle attigue;
- il rilevatore individua la cella, che è dunque un quadrato di 10x10 m che può includere diversi substrati (suolo, radici, legno, ecc.) più o meno durevoli e variabili nel tempo. La cella è in prima istanza individuata arbitrariamente dal rilevatore/gruppo, ma nei rilievi successivi è sempre la stessa, identificata dalle coordinate del suo centroide, che sono sempre le stesse e fanno da riferimento;
- il rilevatore registra tutti i campioni fungini entro la cella stessa, consapevole di muoversi entro 5 m dal centroide della cella stessa (Figura 1); tutto ciò che sta al di fuori della cella prevista non è rilevato, indipendentemente dalla sua importanza;

- nei rilievi successivi, il rilevatore si reca sempre in quella medesima cella orientandosi grazie alle coordinate. I concetti di cui sopra sono riassunti in Figura 1.

Figura 1. Indicazioni di base per il campionamento nella grigliatura 10x10 m



I dati di campo da rilevare e trasmettere sono elencati per intero nel paragrafo 2.2.

La *app* di campo consente automaticamente di registrare sia il momento temporale sia la posizione del rilievo tramite coordinate geografiche (longitudine e latitudine) espresse in gradi sessagesimali con sottomultipli del grado espressi nel sistema decimale. Questo protocollo è da considerarsi il riferimento primario e più sicuro per ogni nuovo dato e per le località accessibili anche in un secondo momento.

Nel caso in cui sia impossibile la geolocalizzazione direttamente dal punto di stazione o si gestiscano dati storici di località non visitabili nuovamente, il rilevatore può provvedere a posteriori a ricostruire le coordinate, purché ciò non introduca un errore eccessivo rispetto alla grigliatura di riferimento. Idealmente, dunque, tale pratica dovrebbe essere evitata laddove l'errore superi i 10 m e in presenza di più celle attigue oggetto di rilevamento. Lo strumento più semplice per georeferenziare a posteriori la stazione sono le fotografie aeree e le carte tecniche regionali. Si consiglia a tal fine di assumere come riferimento il Nuovo Visualizzatore del Geoportale Nazionale anziché i Geoportali delle singole Regioni; questi ultimi, infatti, presentano non poche discrepanze tra loro anche nei sistemi di riferimento geodetici. Il Geoportale Nazionale è peraltro utile a visualizzare i confini amministrativi e, con qualche limite, i toponimi.

Il rilevatore deve procurarsi le coordinate geografiche (longitudine e latitudine) nel sistema sessagesimale ed esprimere i sottomultipli del grado nel sistema decimale con accuratezza al quinto decimale. Si raccomanda dunque di evitare la notazione in gradi, primi e secondi. Le coordinate vanno inserite nel seguente modo: prima Latitudine, poi virgola, spazio, e poi Longitudine. *Es: 41.24608, 13.04125.*

Un ulteriore strumento a supporto del rilevatore al fine di inquadrare l'area di rilevamento è dato ovviamente dai supporti cartacei (carte topografiche) e dall'uso della bussola tecnica con puntatore, per l'uso corretto dei quali si rimanda a un manuale di cartografia (Perego, 2004). La bussola può anche essere utile per registrare micro-esposizioni non cartografabili, ad esempio una piccola parete rocciosa o una scarpata che procurano condizioni locali umide e ombreggiate su un versante che, nel complesso, avrebbe un'esposizione verso quadranti più soleggiati. Analogamente, l'altimetro può fornire quote sul livello del mare più accurate della carta tecnica regionale.

Nel complesso si tenga presente che lievi discrepanze dovute agli aggiornamenti applicati in geodesia e cartografia si possono riscontrare tra coordinate procurate da diverse applicazioni di geolocalizzazione sul mercato, nonché rispetto alle carte IGM, CTR a stampa o escursionistiche.

2.1.2. Determinazione delle specie macrofungine

L'accuratezza della determinazione del campione è affidata esclusivamente all'esperienza del singolo rilevatore e delle persone con cui vorrà consultarsi. La possibilità di revisione dell'identificazione, salvo che il rilevatore/gruppo stesso lo richieda esplicitamente, va oltre le possibilità del presente progetto; questo significa che i rilevatori autorizzati si assumono la piena responsabilità dei dati che inseriscono, sia che abbiano operato in autonomia sia che abbiano interpellato terze persone. La verifica del dato è quindi operata a posteriori da ISPRA per le voci legate all'habitat, NON per l'identificazione della specie fungina.

I dettagli del processo identificativo e della strumentazione adoperata non sono richiesti nella scheda di rilevamento, ma il rilevatore è invitato a inserire nelle note finali o nei campi facoltativi gli eventuali dettagli che ritenga importanti per ogni successiva revisione, in particolar modo se si presume che essi vadano persi nel campione essiccato. Questo è ovviamente tanto più consigliabile per specie ritenute rare/poco comuni nell'area in esame o di identificazione critica.

La quantificazione della presenza di ciascuna specie assume particolare importanza in relazione al contributo che un'iniziativa di censimento qual è la presente può dare ai fini dell'attribuzione di uno *status* di conservazione, ovvero dell'eventuale collocazione nelle Liste Rosse. A tale proposito, l'armonizzazione dei principi operativi della IUCN in ambito micologico è dettagliata in Dahlberg et Mueller (2011). In estrema sintesi, questa pubblicazione pone tra l'altro l'attenzione sul protocollo di conteggio e distinzione in campo dei singoli individui in relazione all'ecologia e al trofismo delle diverse specie. Nelle presenti linee guida è peraltro doveroso tenere a mente che le celle di campionamento coprono un'area di 10x10 m.

All'atto pratico, le indicazioni generali sono dunque diversificate:

- per i funghi terricoli (micorrizici, necrotrofi radicali o saprotrofi radicali) in linea di massima un individuo è rappresentato da 2-10 sporomi più o meno aggregati; gli sporomi della stessa specie presenti in una area 10x10 m vanno quindi considerati come un "individuo funzionale"; ne consegue che, per ogni specie macrofungina rilevata, vanno contati gli sporomi presenti nell'intorno di 5 m rispetto al centroide (Dahlberg & Mueller, 2011);
- per i macrofunghi lignicoli si consideri innanzitutto il numero degli sporomi su ciascuna unità di legno (fusto di pianta viva o morta, ceppo); a tale proposito:
 - o gli sporomi cespitosi sono contati come un'unica unità;
 - o gli sporomi imbricati o resupinati senza apparente soluzione di continuità sono contati come un'unica unità.

Ne discende che:

- sporomi singoli, ovvero non concresciuti, ma spazialmente raggruppati sullo stesso tronco/ceppo, distanti qualche cm tra loro, si contano convenzionalmente come due individui funzionali distinti;
- se gli sporomi si sviluppano a distanze significative lungo l'asse del fusto (es. sulle vecchie tracce rameali ad alcuni metri l'uno dall'altro) si conta convenzionalmente un individuo funzionale diverso per ogni sporoma;
- nei casi dubbi, ad esempio *Mycena* su un tronco di ampie dimensioni, si considera come individuo funzionale distinto ogni unità composta da 2-10 sporomi.

Analogamente, per specie legate a substrati marcatamente discreti e spazialmente modesti (strobili, singola massa di escrementi di animali, ecc.) si assume un solo individuo per ciascun elemento che funge da substrato.

In linea generale si ricordi infine che gli sporomi sono conteggiati a partire dallo stadio di sviluppo in cui appaiono ragionevolmente identificabili, altrimenti sono esclusi dal computo; analogamente sono esclusi quelli non più identificabili perché degradati.

È libera scelta del rilevatore conservare privatamente, ove lo si ritenga necessario, ulteriori appunti sui singoli campioni e sulle loro caratteristiche macro e micromorfologiche nonché sulle macroreazioni di viraggio, al pari di una documentazione fotografica e degli *exsiccata*. L'opportunità e la modalità del conferimento degli *exsiccata* al *fungarium* sono descritte nel capitolo 4.

In particolare, nell'attribuzione del substrato di crescita, si raccomanda al rilevatore di attenersi alle categorie dell'*app* e limitarsi a quanto macroscopicamente osservabile (ad esempio nel caso di parassiti radicali). La scelta multipla sui substrati legnosi richiede poche semplici osservazioni, tuttavia, qualora il rilevatore volesse aggiungere ulteriori dettagli in campo note, presti attenzione a come si manifesta lo sporoma, ad esempio:

-
- a) se la crescita avviene su branche morte di una pianta almeno in parte ancora viva è comunque da riferirsi a legno morto; i rami caduti a terra sono da considerarsi “pianta morta al suolo”;
- b) si usi il termine “ceppaia” solo in presenza di ceduzione più o meno lungamente reiterata, ovvero di tagli ripetuti su una stessa pianta che produce sistematicamente ricacci (es. castagno, olivo); se invece la pianta è stata tagliata una volta sola oppure se la pianta non è in grado di produrre ricacci (es. conifere) non si parla di ceppaia ma di “pianta morta al suolo”;
- c) nelle ceppaie propriamente dette, si consideri la voce “ceppaia” solo se gli sporomi si manifestano a livello del ceppo stesso e non sul fusto dei ricacci; si presti inoltre attenzione a distinguere le specie che, sul ceppo stesso, sfruttano il legno da quelle che sfruttano accumuli di humus, lettiera e suolo in formazione;
- d) può essere utile registrare nel campo note una delle seguenti voci per precisare la dislocazione degli sporomi: su radici affioranti; su radici non affioranti di pianta a terra o al colletto; posizione singola sul fusto; a varie altezze sul fusto.

L’annotazione della specie vegetale ospite sarebbe di per sé importante, ma, qualora l’ospite stesso sia irriconoscibile perché deteriorato o il rilevatore non abbia le competenze per l’identificazione, può essere sufficiente indicare il genere o anche solo una voce quale ad esempio: gimnosperma arborea; gimnosperma arbustiva; arbusto non rizomatoso; arbusto rizomatoso; latifolia decidua; latifolia sempreverde.

Nel caso di specie fungine coprofile, il rilevatore distinguerà in via del tutto facoltativa, secondo le proprie competenze, la specie animale erbivora o carnivora che ha generato l’escremento.

Nel caso di specie per cui sia stata ottenuta la conferma molecolare dell’identificazione (sequenziamento), sarà particolare cura del rilevatore serbare per quanto possibile tutti i riferimenti necessari del campione, inclusi gli *exsiccata* (vedasi capitolo 4. Nel campo note si consiglia a tale proposito di riportare la matrice analizzata (micelio da isolato in coltura pura, porzione di sporoma o altro), il codice del ceppo nel caso di un isolato, la regione del genoma analizzata e possibilmente i primer utilizzati, per esempio: “ceppo in coltura xyz123 – regione ITS (ITS1-ITS4)”. Se le sequenze sono state già depositate in una banca dati (es. Genbank NCBI, si riportino i codici (accessions) oppure un riferimento collettivo idoneo (es. pubblicazione).

Il nome della specie è inserito autonomamente dal rilevatore, accompagnato o meno dagli autori della specie stessa. La nomenclatura è uniformata all’*Index Fungorum* aggiornato al momento della pubblicazione del record nel SIF direttamente dal *Network* a posteriori rispetto all’invio del dato da parte del contribuente. Non è preoccupazione del rilevatore il fatto che si prevedano ulteriori aggiornamenti tassonomici e nomenclaturali, che potranno comunque essere segnalati al *Network*. Il rilevatore è chiamato a individuare uno e un solo nominativo, ma potrà registrare in campo note la criticità, ad esempio riportando: “complesso/ cfr. specie 1, specie 2 e specie 3”. Nel caso in cui il contribuente abbia necessità di un supporto di tipo genetico per la determinazione della specie, può richiedere l’invio del campione al *fungarium*. Pertanto, se viene richiesto l’invio al *fungarium*, si giustifica la determinazione a livello di genere anziché di specie del rilievo e il contribuente può limitarsi a riportare nella scheda una dicitura del tipo *Genere* sp.

2.1.3. Individuazione e assegnazione degli habitat alle specie fungine

I funghi, compresi anche i macrofunghi in natura, svolgono un ruolo cruciale all’interno degli ecosistemi. Grazie alla loro diffusione, alle diverse forme trofiche e caratteristiche ecologiche, possono essere utilizzati come indicatori di biodiversità e di qualità ambientale delle diverse tipologie di habitat in cui vivono. La conoscenza degli habitat elettivi è, inoltre, strategica per la conservazione di specie e popolazioni fungine minacciate.

Una componente fondamentale dell’acquisizione di dati di campo micologici deve, quindi, prevedere l’indicazione dell’habitat di rilevamento e tale indicazione deve essere effettuata secondo sistemi standardizzati e riconducibili a sistemi di classificazione di valenza europea.

Questo si traduce, all’interno dell’app, in alcuni campi relativi all’habitat di ritrovamento.

Tale habitat di ritrovamento può essere di grandi dimensioni oppure lineare o puntiforme; tuttavia, deve riguardare una superficie di 10 x 10 m attorno al sito di rilevamento dell’entità micologica.

Per consentire un’agevole raccolta dei dati relativi all’habitat e per andare incontro a una vasta platea di partecipanti al *Network*, secondo le esigenze della *Open Science*, sono state elaborate liste di habitat “semplificati” rispetto ai sistemi di classificazione europea.

Come riferimento gerarchico di base si è utilizzato il sistema di classificazione di Carta della Natura facilmente riferibile ai sistemi di classificazione EUNIS, Palaeartic e Natura 2000.

Pertanto, una volta in campo, il contributore dovrà, per ciascuna specie fungina rilevata, scegliere l'habitat specifico da una prima lista di 12 habitat chiamati "di livello I": tale lista è riportata in tabella 1. L'habitat di livello I riguarda distinzioni della vegetazione a livello di ecosistema e permette di individuare le specie caratterizzanti grandi unità ecologiche. Il campo dell'habitat di livello I è obbligatorio per l'invio della scheda di rilievo.

Successivamente, a ciascun habitat di livello I è abbinata una lista di habitat cosiddetti "di livello II" che hanno un maggiore dettaglio rispetto all'habitat di livello I: tale livello II è basato generalmente su specie guida o su criteri fisionomici e climatici. Come per l'habitat di livello I, anche il campo dell'habitat di livello II è obbligatorio per l'invio della scheda di rilievo. La lista e la descrizione degli habitat di livello II è riportata in Allegato 1.

Infine, per alcuni habitat di livello II sono state elaborate liste di habitat definiti "di livello III".

Il campo dell'habitat di livello III è facoltativo e permette di distinguere su base geografica e fitoclimatica la vegetazione circostante il sito di rilevamento. Questo livello facilita la correlazione alle categorie EUNIS e Natura 2000 (Biondi E. et al, 2010) e una maggiore definizione degli habitat elettivi delle specie minacciate. L'elenco degli habitat di livello III è riportato in Allegato 2.

Dai sistemi di classificazione sono esclusi i microhabitat (ad es. foglie, legno, altri funghi) ma tali informazioni sono desumibili da altri campi dell'*app* (ad es. specie ospite, tipologia di legno).

I campi relativi all'habitat così come compilati nella *app* vengono successivamente verificati da un gruppo di lavoro interno a ISPRA utilizzando una tabella di corrispondenze che permette di inquadrare, in base alla localizzazione, ai dati forniti dal contributore e agli strati informativi territoriali disponibili presso ISPRA, ciascun rilevamento al massimo dettaglio possibile; in questo modo, associando anche le informazioni sulla specie dominante e codominante e le informazioni cartografiche di dettaglio provenienti dai sistemi informativi dell'SNPA, è possibile identificare le categorie di appartenenza ai sistemi di classificazioni europei.

Al termine della verifica, a ciascun rilievo macrofungino sarà abbinato il codice europeo di habitat Natura 2000 ed EUNIS.

A fini conservazionistici particolarmente rilevanti sono gli habitat di allegato 1 della Direttiva 92/43/CEE. Per tali habitat e per le specie di allegato 2 devono essere costituite Zone Speciali di Conservazione e regolari campagne di monitoraggio. L'ultimo manuale di Interpretazione degli Habitat pubblicato da European Commission, DG-ENV (2013) fa riferimento alla categoria Palearctic, aggiornata successivamente dalla classificazione EUNIS. Quest'ultima, ufficiale per EEA, ha subito ripetute modifiche, l'ultima delle quali nel 2021 (EUNIS 2021).

Tabella 1. Lista e definizione degli habitat di livello I

Habitat di livello I	Definizione
1. Boschi a dominanza di conifere	Boschi dominati da Abeti, Pini, Larici
2. Boschi a dominanza di caducifoglie	Boschi dominati da latifoglie spoglianti (escluse le piantumazioni industriali di Pioppo)
3. Boschi a dominanza di latifoglie sempreverdi	Boschi mediterranei e suboceanici dominati da sclerofille e laurifille
4. Piantagioni mediterranee di specie esotiche	Impianti di specie non indigene delle zone a clima mediterraneo
5. Arbusteti e macchie	Formazioni dominate da legnose di piccole dimensioni spesso inserite nelle successioni forestali a causa di fenomeni di degrado o ricolonizzazione
6. Ambienti costieri	Vegetazione alofila o subalofila erbacea degli ambienti esposti all'aerosol marino
7. Ambienti fluviali, lacustri e palustri	Vegetazione non legnosa degli ambiti almeno periodicamente inondati
8. Ambienti sabbiosi, argillosi e rocciosi	Zone spesso sottoposte a fenomeni erosivi con vegetazione scarsa o assente in cui domina la componente geologica
9. Ambienti artico-alpini	Vegetazione al di sopra del limite del limite degli alberi
10. Prati temperati e mediterranei	Formazioni erbose dal piano montano al pianiziale
11. Ambienti agricoli	Ambienti coltivati incluse le piantumazioni industriali
12. Aree edificate, urbane e infrastrutturali	Centri abitati e margini delle infrastrutture antropiche incluse le aree verdi e gli spazi interstiziali

2.2. Raccolta dei dati di censimento

Come detto sopra, per ogni rilievo/raccolta in campo il contribuente invia una scheda di rilievo attraverso la *app* di censimento in campo oppure da pc.

La *app* di campo si chiama Survey 123 e il modulo è il **SIF 6.1**.

La scheda di rilievo contiene campi obbligatori (indicati con l'asterisco) e campi facoltativi.

I campi riguardano sia la specie fungina rilevata sia l'habitat di ritrovamento.

Alcuni campi sono a testo libero, mentre altri presentano un menu a tendina. Se si usa la *app* in campo, la **geolocalizzazione** è automatica, mentre deve essere compilata se si utilizza la *app* su pc.

La tabella 2 riporta i campi presenti nell'*app* di censimento e le relative modalità di compilazione.

In particolare, il campo **Nome della specie** richiede l'inserimento di Genere e specie, tuttavia, nei casi in cui il contribuente faccia richiesta di analisi genetiche sul campione, è possibile inserire Genere sp. Il paragrafo 4.2 riporta le indicazioni per la preparazione e l'invio dei campioni.

Nel caso in cui il contribuente decida di effettuare il monitoraggio di una specie, dovrà inviare il rilievo una sola volta tramite *app* di censimento e poi compilare la scheda di monitoraggio dandone comunicazione al *Network* (vedi paragrafo 3.1).

2.3. Raccolta dei dati storici

Il *Sistema Informativo Funghi* (SIF) è implementato anche da dati storici che sono essenzialmente di tre tipologie:

1. dati di raccolte effettuate negli anni passati dallo stesso contribuente
2. dati di raccolte riportate in pubblicazioni di riviste di settore
3. dati di raccolte effettuate negli anni passati dall'Associazione o dal Gruppo micologico, dall'Ente o Istituzione di cui il contribuente fa parte.

In quest'ultimo caso il gruppo micologico autorizza il contribuente a inviare i dati di cui quest'ultimo ne è responsabile.

I dati storici potrebbero non includere tutte le informazioni richieste per i dati di campo; tuttavia, sono importanti dal punto di vista storico e potrebbero rivelare siti in cui si trovano ancora oggi rarità.

Come detto, i dati storici possono essere inviati sia tramite *app* (modulo **denominato SIF 6.1 storici**) sia tramite una tabella Excel da richiedere direttamente al *Network* all'indirizzo ndm-dati@isprambiente.it.

Per quanto riguarda la *app* dei dati storici, i campi sono riportati in tabella 3.

Anche per i dati storici è possibile richiedere l'invio del campione (*exsiccata*) al *fungarium*.

2.4. Trasmissione dei dati di campo e storici

I dati di censimento possono essere inviati in due modalità:

1. sincrona (in campo)
2. asincrona (su pc).

Inoltre, come detto precedentemente, i dati storici possono essere inviati anche utilizzando un'apposita tabella Excel predisposta dal *Network*. Tale tabella può essere richiesta direttamente al *Network* all'indirizzo ndm-dati@isprambiente.it.

Tabella 2. Elenco dei campi presenti della app di censimento Survey 123, modulo SIF 6.1.

I campi contrassegnati con l'asterisco sono obbligatori

Campi	Modalità di compilazione
ID contributore*	Menu a tendina, selezionare il codice ID personale dall'elenco
Indirizzo e-mail*	Testo libero, digitare l'indirizzo mail con il quale è stata richiesta l'adesione al Network
Data rilievo*	Calendario, selezionare la data del rilievo
Geolocalizzazione	Automatica quando si è in campo (se il dispositivo è abilitato alla geolocalizzazione), in alternativa è necessario inserire la località oppure le coordinate
Nome della specie	Testo libero. Scrivere Genere ed epiteto. Nel caso si richieda l'invio del campione al <i>fungarium</i> per analisi genetiche, è possibile scrivere Genere sp. oppure "non determinato"
N. individui	Menu a tendina, selezionare: 1; 2-5; 6-10; 10-50; non determinabile
Foto fungo	Caricare fotografie del fungo, di eventuali microscopie e altre immagini ritenute utili
Substrato	Menu a tendina, selezionare: lettiera, legno, foglie, aghi, strobilo, fungo, animale, escrementi, letame, terreno, terreno bruciato
Specie vegetale ospite	Testo libero, il campo compare solo se si seleziona "legno" nel campo "Substrato"
Tipo legno	Testo libero, il campo compare solo se si seleziona "legno" nel campo "Substrato"
Tipo escremento	Testo libero, il campo compare solo se si seleziona "escremento" nel campo "Substrato"
Habitat*	Menu a tendina
Habitat livello 2*	Menu a tendina
Habitat livello 3	Menu a tendina
Specie vegetali dominanti	Testo libero
Specie vegetali codominanti	Testo libero
Foto habitat	Caricare fotografie dell'habitat
Richiesta invio <i>fungarium</i>	Menu a tendina, selezionare sì, no
Motivazione della richiesta di invio al <i>fungarium</i> *	Si sblocca se si seleziona "sì" nel campo "Richiesta invio <i>fungarium</i> ". Menu a tendina, selezionare: campioni relativi a nuove specie; campioni particolarmente rari e/o minacciati; campioni appartenenti a complessi di specie difficilmente classificabili attraverso le analisi morfologiche; campioni provenienti da contesti ambientali insoliti; conservazione
Monitoraggio specie-specifico	Menu a tendina, selezionare sì, no Nel caso si decida di effettuare un monitoraggio della specie, contattare il Network e utilizzare la scheda di monitoraggio.
Note	Testo libero
Id interno	Non modificare

Tabella 3. Elenco dei campi presenti nella app Survey123, modulo SIF 6.1 storici.

I campi contrassegnati con l'asterisco sono obbligatori

Campi	Modalità di compilazione
ID contributore*	Menu a tendina, selezionare il codice ID personale dall'elenco
Indirizzo e-mail*	Testo libero, digitare l'indirizzo mail con il quale è stata richiesta l'adesione al Network
Data rilievo*	Calendario, selezionare la data del rilievo
Geolocalizzazione	Automatica quando si è in campo (se il dispositivo è abilitato alla geolocalizzazione), in alternativa è necessario inserire la località oppure le coordinate
Accuratezza localizzazione	Menu a tendina, selezionare: comune, toponimo, coordinate
Geolocalizzazione	Testo libero, cliccare sulla mappa e scrivere comune, toponimo o coordinate
Nome della specie	Testo libero. Scrivere Genere ed epiteto. Nel caso si richieda l'invio del campione al fungarium per analisi genetiche, è possibile scrivere Genere sp. oppure "non determinato"
N. individui	Menu a tendina, selezionare: 1; 2-5; 6-10; 10-50; non determinabile
Foto fungo	Caricare fotografie del fungo, di eventuali microscopie e altre immagini ritenute utili
Determinatore	Testo libero
Bibliografia	Testo libero
Substrato	Menu a tendina, selezionare: lettiera, legno, foglie, aghi, strobilo, fungo, animale, escrementi, letame, terreno, terreno bruciato
Specie vegetale ospite	Testo libero, il campo compare solo se si seleziona "legno" nel campo "Substrato"
Tipo legno	Testo libero, il campo compare solo se si seleziona "legno" nel campo "Substrato"
Tipo escremento	Testo libero, il campo compare solo se si seleziona "escremento" nel campo "Substrato"
Habitat*	Menu a tendina
Habitat livello 2*	Menu a tendina
Habitat livello 3	Menu a tendina
Specie vegetali dominanti	Testo libero
Specie vegetali codominanti	Testo libero
Foto habitat	Caricare fotografie dell'habitat
Quota	Testo libero
Area protetta EUAP	Testo libero
SIC_ZPS_ZSC	Testo libero
Richiesta invio <i>fungarium</i>	Menu a tendina, selezionare sì, no
Motivazione della richiesta di invio al <i>fungarium</i> *	Si sblocca se si seleziona "sì" nel campo "Richiesta invio <i>fungarium</i> ". Menu a tendina, selezionare: campioni relativi a nuove specie; campioni particolarmente rari e/o minacciati; campioni appartenenti a complessi di specie difficilmente classificabili attraverso le analisi morfologiche; campioni provenienti da contesti ambientali insoliti; conservazione
Monitoraggio specie-specifico	Menu a tendina, selezionare sì, no Nel caso si decida di effettuare un monitoraggio della specie, contattare il Network e utilizzare la scheda di monitoraggio.
Note	Testo libero
Id interno	Non modificare

Box B. La funzione trofica

A cura di Carolina Elena Girometta

Le presenti Linee Guida sono state predisposte per le attività di censimento e monitoraggio dei macromiceti. Benché l'indicazione della loro funzione trofica non sia richiesta nella compilazione, si riporta nel presente box un approfondimento con l'auspicio che questo sia utile ad acquisire uno sguardo più completo e critico sulla diversità fungina e dunque, indirettamente, anche su tematiche tassonomiche e conservazionistiche.

La funzione trofica è oggetto di crescente attenzione nella ricerca scientifica, soprattutto per le specie lignicole e radicolose in quanto si presta a non poche ambiguità. Ogni specie ha infatti una propria nicchia trofica, parte di una più generale nicchia ecologica, cioè si colloca su una gamma più o meno ampia di substrati ed esprime su di essi uno sporoma in condizioni ambientali piuttosto definite (perlomeno in base ai fattori noti). Le specie lignicole-radicolose sono spesso oggetto di discussione in termini di patologia vegetale perché non sono sempre chiari i rapporti di causa-effetto, cioè non è sempre chiaro se quel fungo abbia significativamente contribuito o meno allo stato patologico della pianta ospite. D'altra parte, si deve sempre tenere a mente che: 1) questi funghi attaccano la lignocellulosa indipendentemente dal fatto che i tessuti ospiti siano vivi o morti; 2) qualora l'attacco coinvolga tessuti ancora vivi (alburno, libro), il fungo si comporta spesso da opportunisto, cioè sfrutta condizioni di debolezza e stress della pianta; 3) questi funghi costituiscono una compagine molto ampia e non è possibile generalizzare sulla loro patogenicità; 4) gli sporomi si possono manifestare con molto ritardo o non manifestarsi affatto; pertanto, la comparsa di sporomi di specie tipicamente saprotrofe non implica necessariamente un loro coinvolgimento nello stato patologico e la causa del malessere/decesso potrebbe essere un'altra; 5) la medesima specie fungina può avere comportamento diverso a seconda dell'ospite (es. quercia vs salice) e delle condizioni ambientali (es. meteorologiche).

Riguardo invece alle specie terricole, per molte di esse non è neppure del tutto noto se vi sia facoltà di simbiosi micorrizica o meno, né se esistano rapporti analoghi ma non propriamente qualificabili come simbiosi.

In linea generale si individuano alcune macrocategorie trofiche:

a) simbionti micorrizici; in generale le specie appartenenti a generi (non famiglie) per cui sia documentata la simbiosi micorrizica vanno considerate micorriziche salvo conclamate eccezioni.

Alcuni esempi di micorrizici sono (considerare tutto il genere): *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Hebeloma*, *Hygrophorus*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Leccinum*, *Paxillus*, *Rhodocollybia*, *Russula*, *Scleroderma* spp., *Suillus*, *Tricholoma* (figura 2);

b) saprotrofi humicoli; sono associati all'humus negli orizzonti più superficiali del suolo, ovvero a materia organica già parzialmente decomposta; includono anche, salvo contraria conclamata indicazione (es. *Helvella* spp.), tutte quelle specie per cui non sia stata del tutto dimostrata una relazione simbiotica con le radici (figura 3, figura 4, figura 5).

Alcuni esempi di saprotrofi humicoli sono: *Agaricus* spp., *Hygrocybe* spp., *Melanoleuca* spp., *Macrolepiota* spp., *Lepiota* spp., *Geastrum* spp.;

c) saprotrofi di lettiera e saprotrofi fomicoli; sono associati alla lettiera ed al detrito dell'orizzonte organico del suolo, cioè a materiale più o meno integro ma in ogni caso non ancora qualificabile come humus; i fomicoli sono più o meno strettamente legati ad una componente di escremento o comunque ad una elevata disponibilità di nitrati. Si collocano dunque qui le specie tipicamente associate foglie morte, fusti non lignificati, strobili, frutti, fieno e paglia, escrementi e letame.

Alcuni esempi di saprotrofi di lettiera sono (considerare tutto il genere): *Lepista*, *Calocybe*, *Entoloma* spp., *Panaeolus* spp., *Marasmius* spp., *Coprinus* spp., *Psathyrella* spp., *Lycoperdon* spp., *Hygrophoropsis* spp. (figura 7);

d) saprotrofi superficiali dei substrati lignocellulosici; sono tipicamente associati a scorza, detrito legnoso e superfici esposte di xilema già degradato e manifestano spesso sporomi esigui; includono anche i gasteromicetoidi dei substrati legnosi e i corticioidi che stanno accidentalmente inglobando lettiera nel loro sporoma.

Alcuni esempi di questi saprotrofi sono: *Mycena* spp., *Hemimycena* spp., *Crepidotus* spp., *Apioperdon pyriforme*, *Botryobasidium*, *Hyphoderma*, *Vuilleminia*, *Peniophora*, *Crustoderma*, *Dendrothele*, *Crustomyces*, *Dichostereum* (figura 6);

e) saprotrofi del legno e deboli patogeni; includono specie non superficiali, ovvero non limitate alla scorza, di incerta collocazione nel duramen o in branche/porzioni morte di piante vive; queste specie sono quindi esclusivamente o precipuamente saprotrofe e non sono causa primaria o comunque significativa di uno stato patologico dell'ospite; questa condizione, non sempre facile da interpretare, può essere attribuita dal rilevatore anche solo in base alle proprie conoscenze sul trofismo generale della specie.

Alcuni esempi di questi saprotrofi sono: *Cyclocybe cylindracea* complex; *Coniophora* spp., *Stereum* spp., *Postia* spp., *Trametes* spp. (più critico il caso della *T. versicolor*, v. sotto), *Trichaptum* spp., *Laricifomes officinalis*, *Xylodon* spp., *Phlebia* spp., *Merulius tremellosus*, *Hapalopilus* spp., *Fuscoporia* spp. (esclusa *F. torulosa*), *Lentinus tigrinus*, *Neolentinus cyathiformis*, *Panus conchatus*, *Polyporus* spp., *Pleurotus* spp., *Flammulina velutipes* (figura 8, figura 9);

f) necrotrofi del fusto e delle radici ovvero patogeni non trascurabili: includono specie di substrati lignocellulosici a penetrazione non superficiale, ovvero non limitate alla scorza e di sicura collocazione nel duramen e spesso nell'alburno di piante vive. Il termine necrotrofo implica che questi patogeni portino a morte l'ospite e proseguano quindi nella sua degradazione (a quel punto, in modalità saprotrofa). Pertanto, la stessa specie (e spesso lo stesso individuo, nel tempo) può essere osservato in fase parassita quando si manifesta sull'ospite ancora vivo (benché deperiente) e in fase saprotrofa quando l'ospite è ormai morto. Sono altresì da includersi in questa categoria le specie parassite di muschi e licheni afferenti a generi considerati macroscopici (es. *Athelia arachnoidea*). Si deve osservare che molto spesso le specie necrotrofe delle piante legnose sviluppano sporomi solo dopo la morte dell'ospite o almeno di una sua branca (es. *Fomitiporia mediterranea*) o infine in successione rispetto ad altri patogeni eventualmente presenti (es. pioppo schiantato a causa di *Perenniporia fraxinea* che dopo alcuni mesi sviluppa anche primordi di *Fomes fomentarius*). Anche per questa categoria si ribadisce che una stessa specie può manifestare comportamenti diversi, più o meno aggressivi, a seconda delle condizioni contingenti.

Alcuni esempi di necrotrofi sono: *Perenniporia fraxinea*, *Ganoderma resinaceum*, *Heterobasidion irregulare*, *Armillaria mellea*, *Phellinus tuberculatus*, *Inonotus hispidus*, *Meripilus giganteus*, *Phaeolus schweinitzii*, *Fomes fomentarius*, *Fomitiporia mediterranea* (figura 10, figura 11, figura 12, figura 13).

Alcuni esempi di comportamento ambiguo con patogenicità variabile sono: *Trametes versicolor*, *Fistulina hepatica*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma adpersum*, *Laetiporus sulphureus*, *Fuscoporia torulosa*;

g) Casi particolari: specie a trofismo composito ma ben documentato e non inquadrabile nelle categorie di cui sopra.

Esempi: *Pseudoboletus parasiticus* è considerato simbionte micorrizico ed al contempo parassita fungicolo; *Antrodiella parasitica* è considerata parassita di sporomi altrui.

Figura 2. *Cortinarius armillatus* (Fr.) Fr. Il genere *Cortinarius* include tipicamente specie micorriziche. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 3. *Helvella atra* J. König. Fotografia di Giuseppe Ciulli



Figura 4. *Helvella crispa* (Scop.) Fr. Fotografia di Giuseppe Ciulli



Figura 5. *Helvella lacunosa* Afzel. Fotografia di Giuseppe Ciulli



Figura 6. *Mycena pura* (Pers.) P. Kumm. Il genere *Mycena* include tipicamente specie saprotrofe della cellulosa e lignocellulosa; nell'ampio panorama di questo genere, *M. pura* è saprotrofa di lettiera. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 7. *Hygrophoropsis aurantiaca sensu lato* è tipicamente legata al detrito lignocellulosico al suolo, strobili in particolare.
Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 8. *Leucogyrophana mollusca* (Fr.) Pouzar è una tipica specie corticioide con comportamento prettamente saprotrofo e sviluppo superficiale, generalmente su tronchi a terra. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 9. *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer si sviluppa solo su branche o individui morti di alcune piante legnose e assume comportamento tipicamente saprotrofo; quindi, non rientra tra le cause di deperimento e morte della pianta stessa. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 10. *Phellinopsis conchata* (Pers.) Y.C. Dai mostra attività cariogena nel legno debole e poco incisiva sul deperimento generale dell'ospite. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 11. *Phellinus tremulae* (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov è un patogeno che contribuisce in modo non trascurabile al deperimento dell'ospite invadendo tutto l'asse del fusto. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 12. *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. è patogeno non trascurabile nel deperimento dell'apparato radicale, del colletto e delle parti basali del fusto. Fotografia di Carolina Elena Girometta



Figura 13. *Fomitiporia mediterranea* M. Fisch. è di conclamata e non trascurabile azione patogena ma si manifesta macroscopicamente soprattutto dopo la morte dell'ospite. Fotografia di Carolina Elena Girometta



3. Linee guida per il monitoraggio dei macromiceti

Si definisce *monitoraggio* il processo di acquisizione dei dati censori ripetuto nel tempo, ovvero l'acquisizione e l'integrazione di più censimenti in più momenti temporali a parità di area in esame. A seconda delle necessità di studio, il monitoraggio è quindi rivolto a una gamma più o meno ampia di *taxa*.

Il monitoraggio ha lo scopo fondamentale di analizzare l'andamento dei dati nel tempo, per esempio osservando come vari la diversità fungina oppure la fruttificazione di una singola specie fungina nel corso degli anni in una medesima area; in breve, il monitoraggio è dunque "la regolare osservazione e registrazione dei cambiamenti nello status e nella tendenza di un *taxon* in una certa area e in un certo periodo temporale" (Ercole et al., 2017).

Considerando in definitiva il singolo censimento come il prodotto di più campionamenti (ovvero rilievi) e il monitoraggio, in senso lato, come il prodotto di più censimenti, è fondamentale che la pianificazione dei campionamenti stessi permetta di produrre dati confrontabili. In questo modo si compensa anche in una certa misura l'errore associato ai singoli campionamenti.

Il contribuente può effettuare il monitoraggio di una singola specie macrofungina e/o di un'area specifica: nel primo caso invierà dati di presenza/assenza della specie monitorata nell'area scelta e nell'arco di più anni; nel secondo caso invierà dati delle specie macrofungine presenti nell'area scelta e nell'arco di più anni.

3.1. Acquisizione e invio dei dati di monitoraggio

Il monitoraggio può essere svolto da un solo contribuente o da un gruppo micologico.

Il principio del monitoraggio si basa sulla disponibilità di dati confrontabili tra loro e raccolti in una successione temporale più o meno prolungata; pertanto, è fondamentale che l'acquisizione dei dati stessi sia quanto più possibile uniforme. Tale uniformità deve esplicarsi:

- a livello spaziale: ogni cella (o plot o unità spaziale di campionamento) in esame deve essere coperta uniformemente; ove ciò non sia possibile a causa di ostacoli fisici ragionevolmente insuperabili (es. terreno molto impervio o punti irraggiungibili su piante ad alto fusto), è necessario tenere nota della limitazione al fine di trattare sistematicamente l'errore e riproporre il medesimo schema di rilevamento al rilievo successivo;
- a livello temporale: i rilievi devono essere pianificati con una frequenza comparabile nel tempo in relazione al periodo stagionale, ovvero la frequenza di rilevamento stabilita per ciascuna stagione deve essere mantenuta costante nel corso degli anni, sia pure con i necessari adattamenti alle contingenze meteorologiche e ambientali (es. rinvio per inaccessibilità dell'area o mancanza di condizioni di sicurezza); si precisa tuttavia che la deviazione dal calendario prestabilito è per quanto possibile da evitare ed è quindi giustificata solo in caso di fattori gravi. Il margine di errore temporale accettabile per l'anticipo o il rinvio di un rilevamento è discusso nel paragrafo successivo ed è interpretato dai rilevatori in base alla fenologia di ciascuna specie nonché dei diversi habitat occupati dalla specie stessa.
- a livello di operatore: i rilevatori operano secondo un principio di mutua sussidiarietà e complementarità unendo le proprie competenze tecniche e capacità fisiche al fine di ridurre l'errore di campionamento. Questo significa che una o più celle possono essere rilevate da una o più persone coordinate tra loro. In questo modo lo sforzo di campionamento è equamente distribuito e diviene più sostenibile per i singoli operatori. I rilevatori che agiscono in gruppo coordinato, in breve, si aiutano a vicenda sia da un punto di vista tecnico (competenza nell'individuazione e identificazione) sia prettamente fisico (gestione del tempo a disposizione, difficoltà su terreno accidentato, spostamento di materiale pesante, ecc.). Tutto ciò consente di coprire costantemente e accuratamente le celle stesse e di tralasciare meno campioni possibile.
- I rilevatori autorizzati all'invio dei dati, come già descritto in precedenza, si assumono infine la responsabilità della qualità dei dati stessi.

Il monitoraggio si svolge su specie oppure su celle selezionate. Ogni cella scelta per il monitoraggio deve essere provvista di un codice univoco che viene comunicato dal *Network* e che deve essere sempre associato ai rilevamenti e ai dati trasmessi.

Nel caso il monitoraggio riguardi un'area specifica e tutte le specie macrofungine presenti, la selezione delle celle da monitorare deve rispondere ad alcuni criteri principali:

- le celle devono essere quanto più possibile rappresentative della complessità ambientale locale e nazionale, valorizzando sia le emergenze sia gli ambienti apparentemente banali e compatibilmente con le necessità logistiche del contribuente stesso;

-
- le celle devono essere periodicamente raggiungibili dal contribuente (o dal gruppo) almeno nei periodi indicati come prioritari per il rilevamento.

È tuttavia possibile che, per singole specie (o limitati gruppi di specie) di particolare interesse e scarsa densità sul territorio, i contribuenti si rendano disponibili a coprire aree molto più ampie almeno una volta all'anno; queste particolari modalità devono essere comunicate e concordate con il *Network* al fine di stabilire un'opportuna catalogazione delle celle in esame.

I dati sono conferiti dai contribuenti o dal gruppo al *Network* tramite e-mail all'indirizzo:

ndm@isprambiente.it

3.1.1. Definizione dei protocolli di monitoraggio

Al fine di produrre dati confrontabili, il monitoraggio di queste specie si riferisce sempre alle celle concordate e precedentemente individuate. A differenza del singolo censimento, che è finalizzato a registrare quante più specie possibile, il monitoraggio può essere focalizzato su una rosa più o meno ristretta di specie selezionate, eventualmente anche una sola per ciascun rilevatore/gruppo. Questo dovrebbe permettere da una parte di non rendere lo sforzo di campionamento troppo gravoso (considerato che l'impegno perdura nel tempo), dall'altra di spaziare liberamente nella selezione dei taxa fungini di interesse per il monitoraggio stesso. In breve, i rilevatori possono inviare dati su qualunque specie e in qualunque momento, purché vengano rispettate le consegne per le specie selezionate ai fini del monitoraggio. Tutto ciò permette di concentrare l'attenzione sull'andamento nel tempo di alcune specie di particolare interesse, ciascuna delle quali potrebbe avere necessità di protocolli su misura. Quando il rilevatore/gruppo definisce quindi il suo piano di campionamento e individua le celle, quindi, lo fa con un particolare focus verso le specie che intende fare oggetto di monitoraggio. Questo va a supporto delle eventuali politiche di conservazione per quelle stesse specie, che quindi saranno basate su monitoraggi mirati e non su protocolli generalisti o casuali.

I protocolli di monitoraggio sono pertanto finalizzati a un'analisi che trova nella singola specie la variabile indipendente. Questo significa che prima della raccolta dei dati il contribuente redige una scheda specie-specifica recante il protocollo di monitoraggio "su misura" per quella stessa specie (vedasi paragrafo 3.1.2). Va da sé che i protocolli di specie più o meno affini tassonomicamente possano essere simili se non identici, anche al fine di razionalizzare lo sforzo di campionamento. I protocolli vengono così a configurarsi per gruppi di specie anziché per specie singole.

I rilevatori sono quindi tenuti a seguire le indicazioni generali per i protocolli di rilevamento e le indicazioni più specifiche eventualmente concordate ove l'interesse sia focalizzato su gruppi fungini ben determinati, consapevoli del fatto che gli stessi dati da loro rilevati andranno ad alimentare un circuito di miglioramento continuo della qualità del protocollo di rilevamento.

La tecnica di monitoraggio si basa, come già ricordato, su una ripetizione nel tempo del censimento degli sporomi operato secondo il classico metodo della mappatura di campo, generalmente concepito per oggetti naturali statici tra cui i funghi (Sutherland, 2006; Salerni et al., 2020).

Si rendono necessarie a questo punto alcune importanti precisazioni volte a evitare sovrastime: gli sporomi devono essere contati una e una sola volta per stagione riproduttiva dello sporoma stesso. Più precisamente:

- nel caso di specie a sporoma deperibile entro un periodo inferiore a una stagione meteorologica e/o che producano più buttate in una singola stagione, gli sporomi devono essere contati una e una sola volta dalla comparsa dello stadio giovanile alla degradazione dello sporoma; questo significa che i rilevamenti si rivolgono a tali specie anche più volte in un'unica stagione, ma vengono contati solo gli sporomi nuovi rispetto al rilevamento precedente (es. *Boletus* spp., *Tricholoma* spp., ecc.). Questa categoria include anche le specie che impiegano diverse settimane per la maturazione di uno sporoma definito annuale (es. *Ganoderma lucidum*, *Polyporus* spp.);
- nel caso di specie a sporoma deperibile entro un periodo di incerta definizione ma presumibilmente incluso tra una stagione meteorologica e due anni, si applica quanto già visto al punto precedente salvo che si osservi nel medesimo sporoma una ripresa dell'attività riproduttiva dopo un periodo di quiescenza. Rientrano tipicamente in questa categoria, ad esempio: le specie del genere *Auricularia* interessate da criptobiosi, in cui cioè un medesimo sporoma alterna periodi di attività fisiologica a periodi di quiescenza da disidratazione; specie con sporoma fino a biennale (ma non sempre), ad esempio *Ganoderma resinaceum*; specie con presunto ritardo nel rilascio delle spore (es. *Lenzites warnieri*); le specie parassite di muschi e licheni; di norma, le specie cosiddette corticicole di varia estrazione tassonomica (Bernicchia et Gorjón, 2010);
- nel caso di specie a sporoma pluriennale vitale a tempo indeterminato e comunque per un periodo superiore ai due anni, ciascuno sporoma deve essere contato solo una volta per stagione riproduttiva – presupponendo idealmente di

rilevare la specie nel momento di attività riproduttiva. Questo significa che, a seconda della specie e del contesto fitoclimatico, il rilevatore valuterà se ciò che osserva sia l'unica fase fertile nel corso dell'anno oppure se ve ne possa essere una seconda in una stagione successiva del medesimo anno. Qualora non sia possibile stabilire con certezza se la riproduzione sia in corso al momento del rilevamento, lo sporoma deve essere contato solo una volta all'anno. Questa categoria include tipicamente una moltitudine di specie poliporoidi lignicole.

Per mettere in atto le precauzioni di cui sopra, il contributore dovrà trovare forme di marcatura non invasiva degli sporomi o dei punti esatti di crescita.

Il monitoraggio include la possibilità che nel tempo si verifichino mutamenti significativi nell'area in esame, sia per dinamiche di evoluzione naturale, sia per intervento antropico o animale. Il rilevatore può solo limitarsi a prendere atto di quanto rilevabile contingentemente e ciò costituisce comunque un dato di interesse analitico e naturalistico. In caso di sopravvenuta inagibilità dell'area il rilevatore potrà invece coordinarsi con il gruppo per valutare se e come ripristinare l'accesso o sospendere il rilevamento nella cella stessa.

La pianificazione del monitoraggio è funzione di tre variabili fondamentali riportate di seguito.

Fenologia delle singole specie e gruppi di specie: al fine di rilevare quante più specie possibile in una data area, i rilevamenti devono avere, in generale, una frequenza relativamente serrata ma anche omogenea e ben calendarizzata, ovvero indipendente dalla contingenza, salvo gravi motivi di impedimento. Ciò è ovviamente tanto più necessario per le specie con sporoma a sviluppo rapido e dunque deperibile nel breve periodo, sia in periodi prevedibilmente freddi sia (e ancor più) in periodi prevedibilmente caldi o comunque tali da favorire l'insorgenza di agenti degradatori (es. buttata primaverile di *Pleurotus ostreatus* o estiva di *Cyclocybe cylindracea*). Nei paragrafi successivi viene spiegato in dettaglio come procedere con la pianificazione del campionamento stesso.

Ecoregione e altitudine dell'area in esame: in considerazione della notevole complessità ambientale, morfologica e climatica del territorio italiano, i protocolli di rilevamento devono essere diversificati in particolare per quanto riguarda la diversa frequenza di campionamento in ciascuna stagione dell'anno; al tempo stesso, però, è necessario che tale diversificazione segua un criterio quanto più possibile razionale che consenta di produrre dati confrontabili. L'argomento è complesso e verrà qui esposto in estrema sintesi (vedere definizione di ecoregione in glossario).

Contingenza delle condizioni atmosferiche del periodo: il contributore valuta l'opportunità di anticipare o posticipare il rilevamento per favorire il campionamento della singola specie oppure della massima diversità fungina, nonché per preservare la propria incolumità; anticipi e posticipi non devono superare di norma i seguenti limiti di tolleranza:

- 2 giorni per i campionamenti con cadenza settimanale;
- 4 giorni per i campionamenti con cadenza bimensile;
- 7 giorni per i campionamenti con cadenza mensile;
- 60 giorni per i campionamenti con cadenza annuale

Come è ovvio, i limiti di cui sopra non si applicano al perdurare dei fattori impediendi, tipicamente: area completamente innevata; area inondata; pericoli specifici per il rilevatore (incluse emergenze sanitarie e infestazioni di parassiti).

Il calendario dei rilevamenti per ciascuna specie e in ciascuna cella è organizzato sulla base della sezione ecoregionale di appartenenza (per il concetto di sezione ecoregionale si veda Blasi et al., 2014) e del gradiente altitudinale della zona stessa. Lo schema riportato in tabella 4 (con riferimento all'Allegato 3) risente di ovvie approssimazioni; esso indica i requisiti minimi del rilevamento, ma può essere integrato in base al giudizio dei rilevatori e interpretato, muovendosi sul campo, con la necessaria elasticità mentale. La legenda a colori tende quindi a limitare ai casi concordati di specie/habitat di particolare interesse la pianificazione di campionamenti settimanali o annuali.

Tabella 4. Indicazioni per la frequenza minima di rilevamento in base alla dislocazione delle celle sotto monitoraggio

Protocollo	Sezioni ecoregionali interessate ¹	Fascia altitudinale - si applica a tutte le sezioni ecoregionali interessate	Fasce vegetazionali	MESE														
				G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D			
P1	Alpi Occidentali - Alpi Centrali e Orientali - Illiria italiana - Pianura Padana - Appennino Settentrionale e Occidentale	m slm<800																
		800<m slm<1500																
		>1500 m slm																
P2	Appennino Centrale e Meridionale	200<m slm<400																
		400<m slm<1000 (1200)																
		1000 (1200) <m slm<2000																
		2000<m slm<2500																
		>2500 m																
P3	Tirreno Settentrionale e Centrale - Adriatico Centrale	<250 m	mediterranea temperata del <i>Quercetum ilicis</i>															
		>250 m slm	subatlantica - solo rilievi Elba															
P4	Adriatico Meridionale	<200 m	mediterranea arida dell'Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae															
		200<m slm<400	mediterranea temperata del <i>Quercetum ilicis</i>															
		>400 m slm	sannitica															
P5	Tirreno Meridionale	<200 m	mediterranea arida dell'Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae															
		200<m slm<400	mediterranea temperata del <i>Quercetum ilicis</i>															
		400<m slm<1000	sannitica															
		1000<m slm<2000	subatlantica															
P6	Sicilia	<200 m	mediterranea arida dell'Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae															
		200<m slm<400	mediterranea temperata del <i>Quercetum ilicis</i>															
		400<m slm<1000	sannitica															
		1000<m slm<1200	colchica															
		1200<m slm<2000	subatlantica															
		2000<m slm<2500	irano-nevadense															
		cacuminale >2500	cacuminale degli arbusti spinosi															

¹ Blasi et al., 2014

P7	Sardegna	<200 m	mediterranea arida dell'Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		200<m slm<400	mediterranea temperata del <i>Quercetum ilicis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		400<m slm<1000	sannitica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		1200<m slm<2000	subatlantica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Note:

- il numero del protocollo (P1, P2...P7) serve soprattutto per ricondurre i rilevatori alle province di riferimento (Allegato 3); in tal modo, anche senza aver letto e interpretato la bibliografia disponibile, ognuno può capire, in base alla provincia assegnata, a quale protocollo riferirsi;
- il riferimento alle sezioni ecoregionali integrato con le fasce di vegetazione di Pignatti (1979) funge da base teorica, ma, all'atto pratico, i protocolli sono solo 7, cioè due in più di quanto si avrebbe se si operasse sulla sola base delle Province Ecoregionali (la sesta categoria è costituita dalle isole maggiori).

Tabella 5. Frequenza minima di campionamento

■	nessuno - sconsigliabile/integrabile a livello locale	
■	ogni settimana per tutto il periodo indicato	
■	ogni due settimane per tutto il periodo indicato	
■	una volta al mese per tutto il periodo indicato	
■	una sola volta all'anno	solo per casi specifici da indicare

Ai fini della stesura del protocollo operativo di monitoraggio, stando a quanto finora esposto, si richiedono le seguenti operazioni:

1. il contribuente o il gruppo di contribuenti prende atto delle indicazioni riportate in tabella 5 e Allegato 3 circa l'area selezionata;
2. il contribuente individua possibili celle da rendere oggetto di monitoraggio e le comunica al *Network*; da tale operazione le celle devono uscire con una precisa e univoca codifica sia per le celle sia per i singoli rilevamenti; si consiglia ad esempio una codifica del tipo: cognome contribuente - cella [sigla provincia]12345 - rilevamento 1 - gg/mm/aa;
3. in base alle rispettive competenze tecniche, specializzazione e/o particolare interesse, il contribuente giudica se integrare i calendari minimi di rilevamento con ulteriori uscite; tali uscite possono anche essere mirate a uno o pochi taxa selezionati e possono anche avere frequenza settimanale o annuale; nel caso di monitoraggi a cadenza annuale su aree molto ampie e normalmente non considerate, è necessario concordare con il *Network* una codifica speciale delle celle; è importante sottolineare che l'eventuale integrazione non costituisce un surrogato né un sostituto dei calendari di minima concordati a livello centrale poiché questi ultimi costituiscono la base per la comparabilità dei dati e devono quindi essere rispettati per fornire il rilevamento minimo essenziale.
4. il contribuente stabilisce un piano complessivo di rilevamento tenendo conto in particolare di: area e localizzazione delle celle selezionate; disponibilità della forza lavoro; calendario dei rilevamenti nelle diverse celle; frequenza di conferimento periodico dei dati. Il piano così stabilito è comunicato al *Network*;
5. il piano di campionamento di ciascun contribuente e gruppo di contribuenti è attuato secondo le linee guida presenti.

È importante osservare che, nell'elenco di cui sopra, il termine "contribuente" è per brevità usato al singolare, ma può riferirsi a collettività di rilevatori coordinati tra loro, per esempio un gruppo che suddivida in tal modo lo sforzo di campionamento. Tutti i rilevatori autorizzati hanno un proprio codice; questo è di aiuto, sia in fase di singolo censimento, sia in fase di monitoraggio, a evitare che due o più contribuenti (o gruppi di contribuenti) si muovano in celle sovrapposte. In ogni caso, nel momento in cui viene pianificato il rilevamento di nuove celle, è sufficiente che il sistema centrale di ISPRA verifichi la compatibilità dei centroidi.

Il rilevatore acquisisce i dati in campo o conferisce i dati storici secondo le modalità descritte in dettaglio nei paragrafi precedenti per il censimento. Si raccomanda nuovamente di prestare attenzione ad associare ciascun dato/campione raccolto al rilevamento e alla cella a cui si riferisce, soprattutto nel caso di rilevamenti ravvicinati nel tempo o, viceversa, dilazionati. È fortemente consigliato, anche in sede non ufficiale di conferimento dati, l'uso dei codici ufficialmente indicati, benché negli appunti personali il rilevatore possa trarre indubbia utilità dall'associare ulteriori diciture. Questa cura è importante, in primo luogo, per il rilevatore stesso, che potrà stoccare i campioni da esaminare senza correre il rischio di confonderli tra loro.

3.1.2. Schede di monitoraggio

Le schede di monitoraggio per le specie fungine sono state predisposte dal Comitato scientifico del *Network* partendo dalle schede redatte per le specie vegetali e animali italiane di interesse comunitario (MLG ISPRA 140/2016 e 141/2016).

Sono stati predisposti due differenti format di scheda di monitoraggio: una scheda per il monitoraggio di una singola specie fungina (tabella 6); una seconda scheda per il monitoraggio di un'area (tabella 7).

Le schede riportano le tecniche e i protocolli di monitoraggio nell'ottica di uno studio approfondito della specie fungina e/o dell'area scelta.

I dati del monitoraggio vanno riportati in un file a parte che verrà poi inviato a ndm@isprambiente.it.

Tabella 6. Format di scheda di monitoraggio di singola specie fungina e note per la compilazione

Intestazione	
ID rilievo nel SIF *	Codice ID relativo al rilievo inviato al <i>Network</i> e pubblicato nel SIF
Nome scientifico della specie *	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Area di rilievo *	Coordinate del centroide
Nome località, comune e provincia *	Nome della località, del Comune e della Provincia
Codice area secondo <i>Network</i>	Questo codice verrà fornito dal <i>Network</i>
Foto della specie	
Distribuzione in Italia	Indicazione delle regioni e/o località di presenza (specificare se da <i>Network</i> o bibliografia)
Grado di minaccia	Secondo la <i>Global Fungal Red List Initiative</i> ; lo <i>European Council for the Conservation of Fungi</i> (ECCF), la Lista Rossa della Flora Italiana (Rossi et al., 2013)
Descrizione della specie	
Biologia ed ecologia	Caratteristiche biologiche ed ecologiche del taxon considerato, caratteristiche trofiche (definire il riferimento bibliografico)
Indicazioni per il monitoraggio	
Tecniche di monitoraggio	Inquadramento generale; caratteristiche e criticità dei rilevamenti in campo, principali esigenze di cui tenere conto, sopralluoghi preliminari, periodo ottimale. Si consiglia di realizzare per ogni specie e durante ogni monitoraggio, un'accurata raccolta di materiale iconografico anche esemplificativo delle operazioni di monitoraggio in campo.
Stima della qualità dell'habitat per la specie	Riferimento allo stato dell'habitat nel momento del rilevamento
Indicazioni operative	Pianificazione del monitoraggio. Frequenza e periodo. Numero di monitoraggi da effettuarsi ogni anno e stagione ottimale per realizzarli.
Note	
Contributore e Unità esterna	
Riportare il nome del contributore o del gruppo che si occuperà del monitoraggio specifico	

Tabella 7. Format di scheda di monitoraggio di specifica cella (10x10 m) e note per la compilazione

Intestazione	
Area di monitoraggio *	Coordinate del centroide
Nome località, comune e provincia *	Nome della località, del Comune e della Provincia
Codice area secondo <i>Network</i>	Questo codice verrà fornito dal <i>Network</i>
Foto dell'area	
Specie fungine rilevate	
Specie 1	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Specie 2	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Specie 3	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Specie 4	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Specie 5	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Specie n	Binomio con il quale il taxon è riportato in <i>Index Fungorum</i> (data aggiornamento <i>Index Fungorum</i>)
Indicazioni per il monitoraggio	
Tecniche di monitoraggio	Inquadramento generale; caratteristiche e criticità dei rilevamenti in campo, principali esigenze di cui tenere conto, sopralluoghi preliminari, periodo ottimale, accessibilità delle stazioni, ecc. Si consiglia di realizzare per ogni area e specie e durante ogni monitoraggio, un'accurata raccolta di materiale iconografico anche esemplificativo delle operazioni di monitoraggio in campo.
Indicazioni operative	Pianificazione del monitoraggio. Frequenza e periodo. Numero di monitoraggi da effettuarsi ogni anno e stagione ottimale per realizzarli.
Note	
Contributore e Unità esterna	
Riportare il nome del contribuente o del gruppo che si occuperà del monitoraggio specifico	

4. Linee guida per l'acquisizione e la conservazione dei campioni fungini presso il *fungarium*

Secondo quello che è il senso comune, un erbario rappresenta una raccolta ordinata di piante essiccate e conservate a scopo scientifico, in genere su fogli di misura standard. Allo stesso tempo con il termine erbario vengono indicati due diversi significati, vale a dire una raccolta di *exsiccata* vegetali e la struttura, ovvero l'edificio destinato alla conservazione e fruizione degli stessi così preservati. L'erbario di fatto rappresenta il più semplice dei metodi per la conservazione dei campioni allo stato secco, in alternativa ad altri sistemi. Esso rappresenta un'insostituibile infrastruttura scientifica e fonte di dati primari, indispensabile in qualsiasi attività di studio sia del patrimonio vegetale che del paesaggio e dell'ambiente naturale.

Nel caso specifico dei funghi, si parla di *fungarium* e le modalità di preparazione dei campioni e della loro conservazione non sono molto differenti da ciò che accade per gli erbari riservati alle piante. Ricordiamo che storicamente i funghi venivano classificati come piante primitive, tallofite non in grado di fare la fotosintesi e quindi di fatto eterotrofe. Nel corso dei secoli, comunque, gli studi evidenziarono che questi sono organismi dotati di caratteristiche peculiari, condivisi né con le piante né con altri gruppi di microrganismi. Già all'inizio dell'800, i funghi furono sospettati essere un raggruppamento sistematico autonomo e non semplici tallofite vegetali incapaci di fotosintesi (Nees 1816-1817); solo nel 1969 Robert H. Whittaker propose di collocarli in un Regno a sé stante, alla stregua di quello animale e vegetale. Le successive indagini prima chemio-tassonomiche, poi biochimiche e infine molecolari, non fecero altro che dare sostegno a questa ipotesi. Il Regno Funghi raggruppa quindi organismi eucarioti, eterotrofi che si alimentano per assorbimento, privi di tessuti differenziati ed elementi conduttori, che hanno glicogeno come fonte di riserva alimentare, una parete cellulare costituita da micosina (chitina) e dotati di cicli biologici/riproduttivi da semplici a complessi e molto spesso ancora sconosciuti. Inoltre, il Regno Funghi risulta un insieme di viventi molto eterogeneo, numeroso e ubiquitario, che annovera specie da monocellulari come i lieviti fino a organismi tra i più grandi e longevi che abbiano mai popolato il pianeta Terra. Hanno diversissimi ruoli in natura e rappresentano un'importante componente per quella che è la stabilità e l'omeostasi dei più svariati sistemi ecologici. Dopo questa breve ma doverosa premessa, passiamo all'argomento principale di questo capitolo che sono le linee guida per la raccolta e la conservazione di campioni fungini. Nell'ambito del *Network*, una parte integrante, fortemente voluta per il suo valore aggiunto, è quella del *fungarium*, in grado di acquisire e custodire i campioni provenienti dalle attività di censimento e monitoraggio delle specie, obiettivo prioritario che tale iniziativa si pone.

I campioni macrofungini di specie determinate possono essere inviati dai contributori aderenti al *Network* e collezionati nel *fungarium*. Inoltre, in caso di richiesta da parte del contributore, i campioni inviati al *fungarium*, se in possesso di requisiti riportati nel paragrafo 4.1, possono essere sottoposti ad analisi genetiche per confermarne la determinazione e per sviluppare una banca dati di sequenze nazionale di cui il nostro Paese è attualmente carente.

Il primo passo nella costituzione del *fungarium* è stato la registrazione in *Index Herbariorum*, il registro internazionale di erbari curato dal New York Botanic Garden. Tale registro ha la finalità di raccogliere i dati descrittivi degli erbari di tutto il mondo e delle collezioni in essi contenute, per mettere in relazione tra loro le istituzioni scientifiche e rendere più facilmente reperibili e accessibili i dati dei materiali conservati sia ai professionisti che ai dilettanti a diversi livelli di scala geografica. L'*Herbarium Code* attribuito al *fungarium* ISPRA, con il quale il *fungarium* potrà essere riconosciuto a livello internazionale è IFI, acronimo di *Italian Fungarium Ispra*.

Il *fungarium* si trova nel Museo zoologico di ISPRA che è ubicato presso Ozzano dell'Emilia (BO). La scelta non è stata casuale in quanto nella sede ISPRA di Ozzano è presente l'Area per la Genetica della Conservazione che si occupa delle analisi genetiche dei campioni ritenuti idonei a questo tipo di approfondimenti.

Il *fungarium* è conservato in un locale nel quale sono collocati armadi che contengono le cassette con i campioni collezionati, in condizioni di massima pulizia e controllo per quanto riguarda temperatura e grado di umidità. Infatti, per ovviare a quelli che sono i nemici peggiori delle collezioni – vale a dire micromiceti quali muffe e/o artropodi appartenenti a diversi *taxa*, le cui larve in particolare, possono alimentarsi a carico dei campioni compromettendone in maniera irreversibile l'integrità – gli spazi sono sottoposti alla cura dell'igiene ordinaria e risultano climatizzati a temperature comprese tra i 16 e i 18°C; per il controllo dell'umidità relativa all'interno degli armadi sono presenti dei contenitori con gel di silice che viene periodicamente rigenerato. Inoltre, viene effettuata la disinfestazione ciclica preventiva degli stessi campioni attraverso la sanificazione a freddo: le

cassette vengono ciclicamente (ogni 3-4 mesi in genere) poste a -20 °C di temperatura per almeno 72 ore. Questi accorgimenti permettono di mantenere integri i campioni nel corso di molti decenni. Sono questi i principali compiti affidati al curatore del *fungarium*.

4.1. Selezione dei campioni destinati al *fungarium* e alle analisi genetiche

I campioni destinati esclusivamente alla conservazione in *fungarium* possono appartenere a qualsiasi *taxon* e devono essere determinati e inviati volontariamente dai contributori solo dopo la pubblicazione del record micologico nel SIF.

I campioni destinati non solo alla conservazione, ma anche alle analisi molecolari devono avere caratteristiche stabilite dal Comitato scientifico, ovvero devono appartenere a una delle seguenti categorie:

1. campioni relativi a nuove specie descritte, quindi raccolte tipiche (olotipi, isotipi, paratipi);
2. specie particolarmente rare e/o minacciate, inseriti all'interno di Liste rosse internazionali (es.);
3. campioni appartenenti a complessi di specie (*cryptic species*), ossia specie non facilmente distinguibili basandosi esclusivamente su caratteri morfologici ma che formano *lineages* filogenetici distinti se si analizzano dei marcatori molecolari (Bonuso et al. 2010; Peintner et al 2019; Leonardi et al. 2021);
4. campioni provenienti da contesti ambientali insoliti.

L'esempio classico è il rinvenimento di specie molto diffuse in ambiente alpino e occasionalmente rinvenute in contesti appenninici o insulari: in Abruzzo specie quali ad esempio *Cortinarius orellanus*, *C. praestans*, *C. caperatus*, *Tylopilus felleus* sono state rinvenute molto raramente. L'acquisizione di questi campioni e la loro conservazione in *fungarium* potrà fornire ulteriori delucidazioni e dettagli circa l'ecologia di queste specie.

In ogni caso, è compito del gruppo di lavoro di ISPRA, nel momento in cui riceve la richiesta di invio del campione, verificarne l'idoneità in accordo con quanto stabilito dal Comitato scientifico affinché il campione venga sottoposto alle analisi molecolari e conservato nel *fungarium*.

4.2. Preparazione e conferimento dei campioni

Il micologo sul campo, al momento della trasmissione del dato attraverso l'app, può fare richiesta di sottomissione del campione per la conservazione in *fungarium* e anche per le analisi genetiche.

Nel caso ci sia la richiesta di invio del campione al *fungarium*, sia in presenza che in assenza di richiesta di analisi genetiche, il contributore dovrà procedere secondo due tipi di protocollo, uno che riguarda la preparazione degli *exsiccata* (necessario sia per la conservazione nel *fungarium* sia per le successive analisi molecolari) e l'altro per la preparazione del campione da destinare esclusivamente alle analisi molecolari.

4.2.1. Preparazione degli *exsiccata*

Per quanto riguarda la preparazione degli *exsiccata*, la maggior parte degli accorgimenti sono già noti al contributore, che ricordiamo essere un micologo sia esso professionista o un esperto. I campioni fungini vanno inviati interi. Soltanto in pochi casi, qualora ci si trovi di fronte a funghi di grandi dimensioni, non sarà necessario conferire l'intero sporoforo, ma una parte rappresentativa di esso. In questo secondo caso sarà necessario ottenere sezioni quanto mai più rappresentative dell'intero fungo, vale a dire dalla sommità del pileo alla base dello stipite, in modo da poter salvaguardare tutte le parti che possono avere importanti caratteri per la determinazione. Le sezioni devono essere di opportuno spessore e poste a essiccare.

Per quanto riguarda le specie con sporofori di piccole dimensioni, esse andranno inviate intere. In alcuni casi e ove fosse possibile, sarebbe opportuno il conferimento di più esemplari, magari a diverso stadio di maturazione, sempre con la finalità di preservare il maggior numero di caratteri: ad esempio, a volte negli esemplari più sviluppati, si perdono addirittura le tracce di velo parziale. Di seguito una serie di immagini che illustrano quanto detto (Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19)

Nel caso si tratti di campioni ipogei o più in generale di gasteromiceti, la procedura sarà la stessa di quanto riportato in precedenza, con qualche accorgimento per quanto riguarda ad esempio i tartufi. Infatti, sarà assolutamente necessario evitare di pulire la superficie del peridio attraverso la spazzolatura o l'abrasione in generale: in diverse specie, ad esempio il complesso del *Tuber borchii* Vittad. Il peridio contiene elementi (cistidi) dall'alto valore diagnostico. Anche in questi casi comunque, ove fosse possibile, sarebbe opportuno inviare campioni a diverso stato di sviluppo.

I campioni quindi opportunamente sezionati, vengono sottoposti a disidratazione. Un accorgimento importante in questo caso sarà quello di far avvenire il processo a temperatura prossima ai 45°C; questo permetterà non solo di preservare tutti i caratteri morfologici in maniera ottimale nel campione conservato ma anche la conservazione del DNA. Infatti, il processo di disidratazione lento, che si realizza facilmente utilizzando un essiccatore per alimenti o uno specifico dedicato per funghi permette non solo che il campione non vada incontro a deterioramento per processi putrefattivi che inevitabilmente intervengono naturalmente, ma preserva anche il DNA per ulteriori indagini molecolari, anche a distanza di tempo (anni). Questo è un aspetto particolarmente importante anche se vedremo a breve come dovranno essere preparati i campioni destinati nell'immediato all'analisi genetica. Inutile ricordare che sarà necessario comunque sempre provvedere a una pulizia accurata degli strumenti al fine di non introdurre elementi contaminanti che inficerebbero la corretta preparazione.

Il campione così preparato può essere posto in una bustina di carta ed è pronto per la spedizione. È necessario che il contributore invii anche una lettera di accompagnamento, che gli viene inviata automaticamente dal sistema al momento della richiesta di invio del campione tramite app.

Nella scheda di accompagnamento il contributore potrà fornire ulteriori dettagli, soprattutto quelli provenienti da eventuali osservazioni microscopiche, che andranno a complemento delle altre informazioni provenienti dai dati di campo.

4.3. Conservazione dei campioni

Il campione, al momento del ricevimento presso il *fungarium*, viene preso in carico dal curatore che provvede a una serie di operazioni. Prima di tutto, valuta lo stato del campione, e in particolare l'integrità dello stesso e soprattutto il corretto stato di conservazione. Per i campioni essiccati, viene eseguita un'ispezione per valutare la presenza di eventuali parassiti, muffe in particolare, e/o annerimenti che sono indicatori di una procedura preparativa non bene eseguita. In caso dubbio, è possibile di nuovo sottoporre i campioni a un ulteriore ciclo di

disidratazione sempre a bassa temperatura, fino a quando si sia certi di aver raggiunto un grado sufficiente di essiccazione. Dopo la verifica, al campione viene assegnato un codice.

Il campione essiccato viene posto all'interno della busta porta-campioni, riportante tutte le informazioni relative allo stesso e successivamente viene riposto nella cassetta che sarà disposta negli armadi del *fungarium* (Figura 20).

Nella costruzione del sito dedicato al *fungarium* è prevista la possibilità di poter richiedere campioni in prestito, attraverso un form elettronico di richiesta. Le modalità di prestito sono codificate e saranno inevitabilmente discrezionali nel caso riguardassero campioni particolarmente rari e raccolte tipiche: quest'ultima procedura è ormai consuetudine di tutti i *fungaria* con lo scopo di evitare la perdita e/o scomparsa di campioni. Per quanto riguarda la suddetta tipologia di campioni particolarmente delicati, verrà predisposto uno spazio studio adiacente la struttura dove lo studioso possa essere ospitato e usufruire anche di attrezzature quali microscopio, computer e materiale bibliografico.

4.4. Analisi genetiche relative ai campioni del *fungarium*

Una porzione di campione viene affidata al personale dell'Area per la Genetica della Conservazione che provvede ai successivi passaggi per l'analisi molecolare.

Non entreremo in questa sede nei dettagli tecnici di queste analisi. Secondo quanto stabilito in fase progettuale dal Comitato scientifico, il marcatore genetico scelto è rappresentato dalla sequenza barcoding internazionalmente accettata per i funghi e vale a dire la regione ITS (spaziatori di trascrizione interna) che si trova nel DNA ribosomiale fra i geni 18S (o SSU, small sub-unit) e 28S (o LSU, large subunit) che sono parte integrante del complesso ribosomiale. Questa regione mostra un elevato grado di polimorfismo di sequenza che si traduce in un ragionevole potere discriminatorio a livello specifico nella maggior parte dei gruppi.

Tutte le operazioni saranno aderenti agli standard internazionali, secondo le direttive del CBOL (*Consortium for the Barcode of Life*).

I risultati dell'analisi delle sequenze confluiscono nel database di sequenze internazionale, il BOLD (*Barcode of Life Data Systems*), piattaforma informatica che permette ai ricercatori di visualizzare, interpretare e condividere risultati).

Contemporaneamente tali risultati genetici verranno trasmessi al contribuente insieme alla sequenza.

Il contribuente verifica il risultato ricevuto ed effettua, in collaborazione con ISPRA, gli studi necessari alla determinazione della specie, sia per le specie già conosciute sia per ipotetiche nuove specie. Inoltre, il contribuente può richiedere eventuale supporto tecnico-scientifico al Comitato scientifico del *Network*. Le elaborazioni scientifiche dei dati ottenuti vengono condotte secondo il codice etico sottoscritto dal contribuente (Allegato 4).

Le comunicazioni con il *fungarium* di ISPRA possono avvenire tramite l'indirizzo ndm-fungarium@isprambiente.it.

In caso di determinazione della specie, il contribuente ne dà comunicazione al *Network* in modo che la specie sia pubblicata nel SIF insieme alle sequenze *barcoding* in modo che siano fruibili da chiunque, sia esso professionista o semplice appassionato.

Per quanto riguarda il DNA estratto non sottoposto ad amplificazione, è prevista la possibilità di crioconservare a -20°C negli spazi laboratoriali dell'Area. Questo permetterà, ove si ritenesse opportuno, di poter ampliare le analisi molecolari con il sequenziamento di altri loci genici per future richieste.

Figura 14. *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. Fotografia di Marco Leonardi



Figura 15. *Boletus pinophilus* Pilát & Dermek. Fotografia di Marco Leonardi



Figura 16. *Tuber aestivum* Vittad. Fotografia di Marco Leonardi



Figura 17. *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert. Fotografia di Marco Leonardi



Figura 18. Esemplare di *Russula aurea* Pers. preparata da Giuliano Lonati e conservato presso erbario dell'Università dell'Aquila. Fotografia Marco Leonardi



Figura 19. Mirabile esempio prodotto da Giuliano Lonati, il cui erbario personale è conservato presso l'Herbarium Mycologicum Aquilanum (AQUI) dell'Università degli Studi dell'Aquila. Fotografia di Marco Leonardi

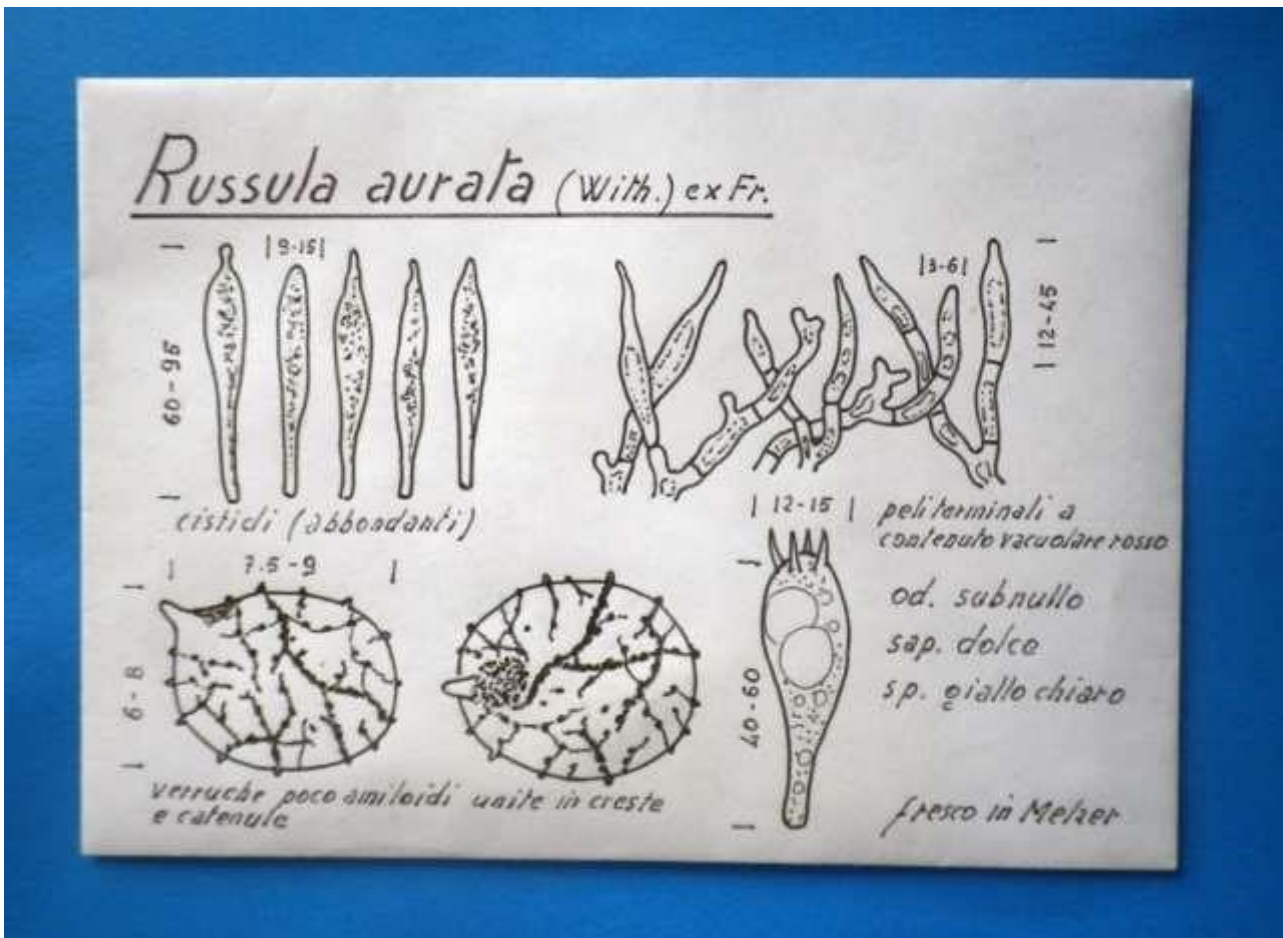


Figura 20. Herbarium Mycologicum Aquilanum (AQUI) dell'Università degli Studi dell'Aquila. Fotografia di Marco Leonardi



Box C. Preparazione della provetta

A cura di Marco Leonardi

Qualora il contribuente decida di inviare un campione al *fungarium* per le analisi molecolari, si raccomanda di conservarne un frammento fresco in una provetta seguendo le istruzioni di seguito riportate. La provetta con il frammento fresco non deve essere inviata al *fungarium*, ma deve essere conservata personalmente. Tale operazione di preparazione è importante qualora le analisi molecolari, eseguite su un frammento dell'*exsiccata*, fallissero o risultassero di difficile interpretazione.

Il primo passo è scegliere un campione quanto più fresco, pulito e giovane.

Dopodiché si dovrà approntare una postazione di lavoro. In figura 21 è riportato il relativo materiale.

Sono necessari i seguenti strumenti:

1. un paio di pinzette a punta fine (del tipo da elettronica);
2. un cutter o una lama affilata quale quella di un bisturi (reperibile nei negozi di modellismo o in farmacia);
3. una pipetta (in plastica usa e getta o vetro);
4. una sorgente di fiamma (quale una lampada ad alcool come quella in *Figura 19* o un semplice cannello o fornello da campeggio);
5. guanti chirurgici usa e getta (in nitrile o lattice);
6. una provetta (tipo quella per analisi delle urine);
7. alcool puro per uso alimentare di grado elevato (95° vol) (alcool utilizzato comunemente nella preparazione dei liquori casalinghi).

È importante che l'alcool sia per uso alimentare perché non contiene sostanze denaturanti che normalmente sono presenti in quello comune per la disinfezione delle superfici (di colore rosso). Le sostanze denaturanti comprometterebbero le fasi successive dell'analisi del DNA. La presenza dei denaturanti creerebbe problemi nelle fasi successive dell'amplificazione del DNA, in quanto queste sostanze inibiscono l'attività della DNA polimerasi, l'enzima coinvolto nella reazione. Questo spiega la differenza di prezzo sul mercato dell'alcool per uso alimentare rispetto a quello denaturato. Come detto, bisogna operare nella massima sterilità possibile per contenere eventuali contaminazioni del campione dall'esterno. A questo proposito, come è possibile osservare nella *Figura Errore*. L'origine riferimento non è stata trovata., il campione va "fratturato" in modo da esporre la porzione interna, senza l'utilizzo di lame che, incidendo, porterebbero a contatto del tessuto fungino i contaminanti provenienti dalla superficie del fungo (*Figura 22*).

Si procede quindi con il prelievo della carne, servendoci della lama precedentemente sterilizzata alla fiamma (*Figura 23*). Si dovrebbero prelevare solo zone integre del carpoforo e quanto più chiare possibili.

Nel caso ci si trovasse di fronte a funghi con uno strato di carne sottile che rende impossibile il prelievo della stessa, o di dimensioni estremamente ridotte, ci troveremmo nella necessità di preservare in alcool o una piccola porzione, quanto più possibile giovane, o l'intero esemplare.

Chiaramente i campioni così preparati saranno esposti inevitabilmente a una maggiore probabilità di contaminazione, ma se la scelta ricadrà su un esemplare raccolto in maniera quanto più possibile pulita, in genere l'amplificazione darà comunque esito positivo.

Prima della spedizione, si dovrà controllare che i tappi delle provette contenenti i campioni in alcool siano a tenuta: per scrupolo è possibile sigillare il tappo con qualche giro di nastro adesivo e verificare eventuali perdite.

Per quanto riguarda i campioni essiccati, è buona norma racchiudere le bustine che li contengono in un ulteriore contenitore rigido, come ad esempio una scatola di carta.

Il tutto opportunamente impacchettato magari con film a bolle da imballaggio antiurto, si pone in un pacchetto o in una busta da spedizione imbottita.

Figura 21. Attrezzatura per il prelievo del DNA. Fotografia di Marco Leonardi

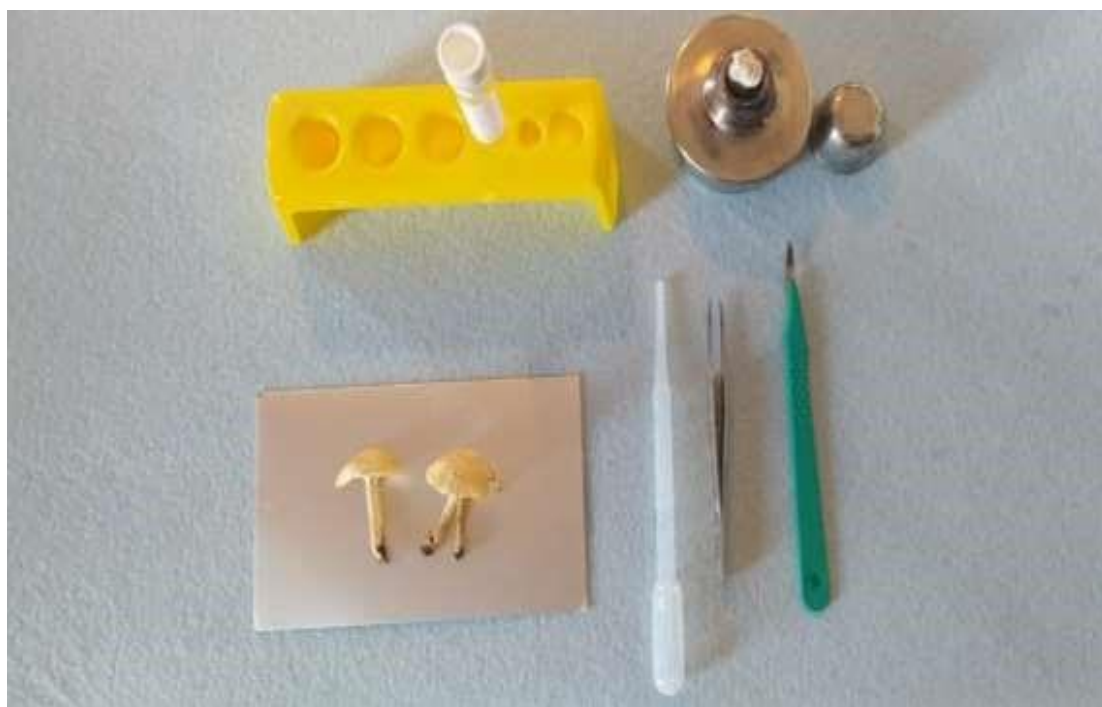
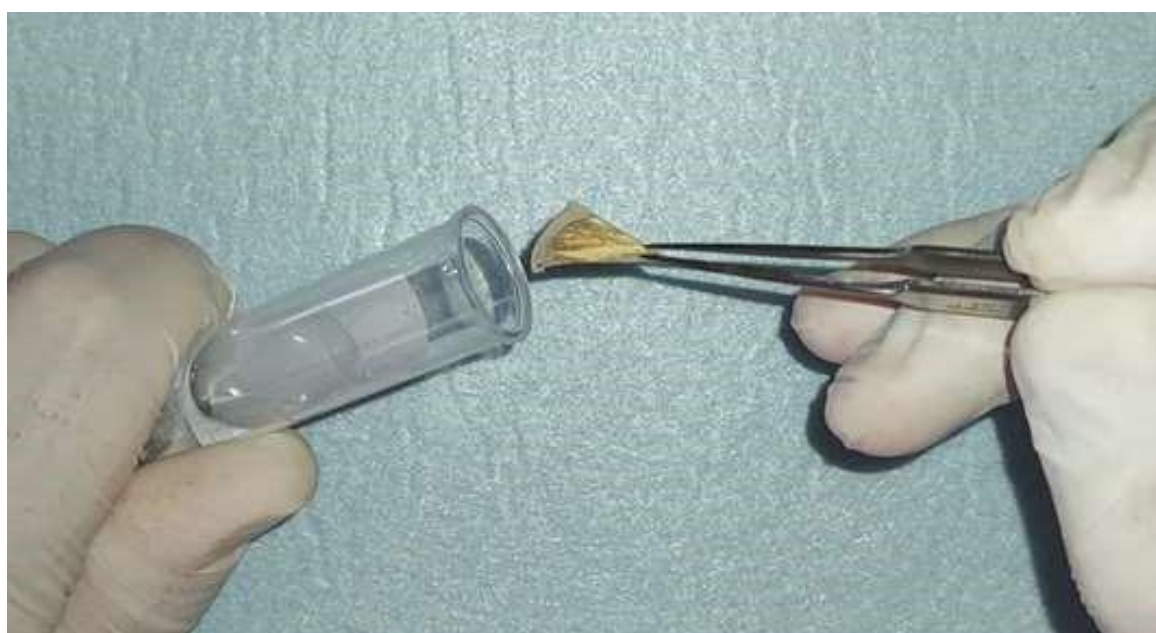
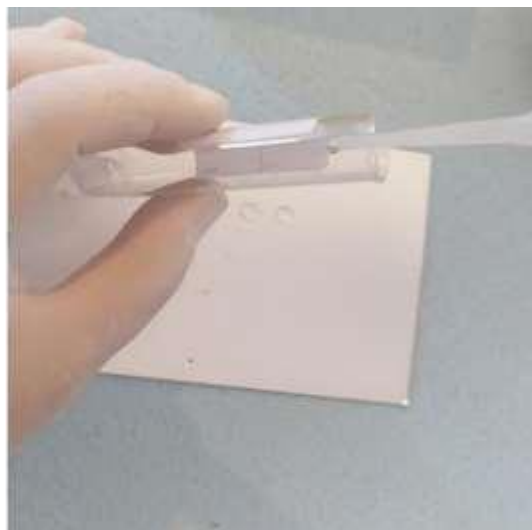


Figura 22. Frattura e prelievo della carne. Fotografia di Marco Leonardi



Figura 23. Prelievo del campione. Fotografia di Marco Leonardi



Box D. Le collezioni micologiche in Italia

A cura di Maria Chiara Deflorian

Sin dalle origini del pensiero scientifico, gli studiosi delle diverse discipline naturalistiche riconobbero l'importanza della raccolta e della conservazione di oggetti naturali per condurre le proprie osservazioni. Se inizialmente i materiali venivano assemblati soprattutto per i loro caratteri di rarità, curiosità o bellezza, a partire dal Settecento si diffuse un approccio più scientifico e sistematico nella creazione delle raccolte, che si consolidò nei secoli successivi. Oggi le collezioni di storia naturale possono essere considerate la più importante fonte di informazioni primarie sulla diversità della vita sulla Terra, sia attuale che passata. Esse sono infatti una banca dati insostituibile, un inventario fisico di oggetti naturali, conservati indefinitamente e consultabili per le finalità più diverse, con tecniche, approcci e metodi sempre nuovi a supporto del progresso delle conoscenze scientifiche.

In campo micologico il territorio italiano può vantare numerosi brillanti studiosi che diedero un significativo contributo allo sviluppo della micologia moderna e alla descrizione di nuove specie fungine a partire dalla fine del 1600. Parallelamente a questi studi e al diffuso interesse che la disciplina ottenne a livello nazionale, vennero allestiti importanti raccolte micologiche ora conservate nei tanti musei di storia naturale.

Se la storia della micologia italiana e dei suoi fautori è ben delineata ed approfondita in numerose pubblicazioni, la consistenza e le caratteristiche delle collezioni micologiche all'interno degli erbari italiani è sicuramente meno nota. Per colmare questa lacuna e reperire maggiori informazioni in merito, il MUSE e il *Network* per lo studio della diversità micologica hanno deciso di intraprendere un'indagine conoscitiva, condotta attraverso la somministrazione di un questionario. A fianco delle finalità descrittive del patrimonio, l'indagine vuole contribuire alle finalità del *Network* facendo emergere professionalità, materiali e dati di rilievo e promuovendo il coinvolgimento degli enti e della comunità scientifica nel sistema *Open Science* realizzato.

Il questionario, compilabile a mezzo di un form online ed elaborato in aderenza allo schema adottato per il censimento delle collezioni naturalistiche messo in atto dall'Associazione Nazionale dei Musei Scientifici con il progetto CollMap, è stato inviato a 40 musei, università e istituti di ricerca italiani nel mese di febbraio 2023. Allo stato attuale (aprile 2023), 19 enti hanno risposto all'indagine, sottomettendo i dati relativi a 31 differenti raccolte. Il risultato ottenuto sinora, che si auspica possa essere arricchito in futuro, può essere considerato positivo e incoraggiante, se si considera che il dato rilevato dal sopraccitato progetto CollMap era pari a 14 collezioni di funghi.

Volendo analizzare preliminarmente l'esito dell'indagine, che sarà trattata più diffusamente sul sito del *Network*, è interessante notare come complessivamente le consistenze delle raccolte assommino a 200.000 campioni circa, pari quindi a un erbario di dimensioni medio-grandi. I campioni sono distribuiti su di un arco temporale che va dal 1700 ad oggi, e diverse collezioni contengono il materiale di autorevoli micologi, tra cui citiamo Micheli, Saccardo, Bresadola, Massalongo, Garovaglio. Come presumibile, la tipologia di preparato più diffusa è quella degli *exsiccata*; i *phyla* maggiormente rappresentati sono gli ascomiceti e i basidiomiceti.

Dai dati emerge inoltre la rilevante importanza scientifica delle collezioni micologiche italiane: più di un terzo dei partecipanti all'indagine dichiara la presenza di tipi nelle proprie collezioni; la maggior parte delle raccolte risulta completamente determinata o comunque determinata in percentuali elevate.

Numerose collezioni sono attualmente aperte, ad incremento continuo, e tutti gli enti partecipanti all'indagine dichiarano accessibili per finalità di ricerca e studio i materiali conservati.

Seppur preliminare, il quadro sinora emerso attraverso l'indagine conoscitiva intrapresa appare positivo, sia in termini qualitativi che quantitativi. Il buon livello di conoscenza e curatela dei materiali dimostra la vitalità della disciplina e l'interesse degli istituti di conservazione nell'incremento, nello studio e nella valorizzazione del proprio patrimonio dedicato al Regno Funghi.

5. Il Sistema Informativo Funghi: la banca dati nazionale in formato aperto

Il *Sistema Informativo Funghi* (SIF) di ISPRA è una banca dati georeferenziata che raccoglie i dati micologici provenienti dalla rete e sottoposti a verifica di conformità agli standard per poi essere pubblicati.

Le attività di verifica di aderenza agli standard non alterano il contenuto scientifico del dato micologico fornito dal contribuente. Inoltre, i dati micologici rimangono di proprietà del contribuente al quale viene riconosciuta autonomia rispetto ai relativi diritti d'autore (moralì e patrimoniali).

I dati contenuti nella banca dati sono diffusi al pubblico in formato aperto, garantendo l'interoperabilità e la condivisione agli enti della pubblica amministrazione, agli enti e laboratori di ricerca, ai professionisti e in generale a tutti i cittadini.

Il *Sistema Informativo Funghi* si trova all'interno del più ampio *Sistema Informativo Nazionale Ambientale* (SINA), che raccoglie dati e informazioni nazionali di tipo geografico, territoriale e ambientale.

Il *Sistema Informativo Funghi* è visualizzabile al seguente link: <https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=af90a355a4cc401d8b2886ae26dadb51>.

5.1. Ambiti e obiettivi

Il SIF risiede nel *Sistema Informativo Nazionale Ambientale* (SINA) ed è stato creato da un gruppo di lavoro interdipartimentale dell'ISPRA coordinato dal Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità. Il gruppo di lavoro ISPRA implementa la banca dati in modo costante tramite la raccolta di dati di censimento delle specie fungine da parte dei contributori che aderiscono volontariamente e gratuitamente al *Network*.

Tale banca dati è accessibile a tutti i cittadini, ivi compresi i portatori di interesse, sia pubblici che privati. I contributori aderenti al *Network* conservano la proprietà intellettuale dei dati inviati.

Tale banca dati permette al *Network* di partecipare alle iniziative europee e globali di studio della diversità micologica, offrendo dati storici e attuali di censimento e monitoraggio.

5.2. Termini e definizioni

Il *Network* per lo studio della diversità micologica è una rete di soggetti pubblici e privati che elaborano e condividono standard e metodologie per il censimento e il monitoraggio delle specie fungine negli habitat nazionali.

I contributori sono micologi o esperti in micologia iscritti al *Network* che inviano a ISPRA mediante apposite applicazioni informatiche (*app*) i dati micologici provenienti da rilievi di campo o da serie storiche. Inoltre, i contributori possono inviare volontariamente campioni fungini essiccati al *fungarium* di ISPRA.

Per diversità micologica si intende la varietà e variabilità delle specie fungine presenti all'interno di un determinato habitat.

Gli enti pubblici e privati che aderiscono al *Network* vengono identificati quali Unità Esterne, ivi compresi i singoli contributori che inviano i dati al *Network*.

Il *Network* per lo studio della diversità micologica è un'iniziativa di *Open Science* che coinvolge soggetti esterni esperti che si occupano di micologia secondo standard definiti.

L'*Open Science* è:

- condivisione, in modo aperto e trasparente, di metodologie, conoscenze, processi e strumenti
- trasparenza nella metodologia sperimentale, nell'osservazione dei fenomeni e nella raccolta dei dati
- affidabilità e riusabilità pubblica dei dati scientifici e dei prodotti della ricerca
- accessibilità pubblica e trasparenza dei processi di comunicazione scientifica

-
- utilizzo e condivisione dei *tools web – based* per facilitare la collaborazione scientifica.

5.3. Organizzazione del Network

Il *Network* per lo studio della diversità micologica è costituito da:

- un Gruppo di Lavoro interno a ISPRA che gestisce le attività del *Network*;
- il Comitato scientifico che definisce le attività e l'orientamento delle tematiche e delle iniziative scientifiche finalizzate allo sviluppo delle azioni del *Network*: i suoi componenti appartengono a ISPRA, Società Botanica Italiana (SBI), Museo delle Scienze di Trento (MUSE), Unione Micologica Italiana (UMI), Associazione Micologica Ecologica Romana (AMER), Gruppo Micologico "G. Bresadola" di Trento (GMB);
- le Unità Esterne che partecipano alle attività scientifiche del *Network* tramite la sottoscrizione di specifici accordi e convenzioni;
- i contributori di dati micologici, che partecipano al processo di acquisizione dei dati tramite modelli di adesione.

Le collaborazioni tra i soggetti esterni esperti e ISPRA nell'ambito del *Network* avvengono a titolo volontario e non oneroso. Tutti i soggetti che partecipano all'iniziativa contribuiscono allo sviluppo della rete e degli obiettivi scientifici del *Network*.

5.4. Requisiti dei contributori

I contributori dei dati di censimento e monitoraggio delle specie fungine e dei campioni destinati al *fungarium* sono:

- micologi ai sensi del D.P.R. 14 luglio 1995, n. 376/D.M. 29 novembre 1996, n. 686
- esperti in micologia.

L'iscrizione al Registro Nazionale dei Micologi è un requisito necessario e sufficiente per accogliere l'istanza di partecipazione dei micologi al *Network*.

Gli esperti in micologia sono definiti tali esclusivamente "all'interno del *Network*" in base all'esperienza acquisita in micologia e a specifiche attività sulla tematica.

Per tale motivo, le richieste di adesione da parte degli esperti in micologia vengono inviate al Comitato scientifico del *Network* che ne verifica i requisiti di partecipazione in base ai seguenti criteri:

- attività di docenza e ricerca presso Università ed Enti di ricerca;
- attività presso laboratori pubblici;
- attività presso centri di ricerca e/o Ispettorati micologici;
- attività di docenza sia per i corsi per micologo sia per i corsi di aggiornamento per micologi;
- attività di studio e ricerca con pubblicazioni e articoli scientifici oggetto di revisione tra pari.

L'iter di partecipazione è brevemente riportato di seguito:

- il micologo o esperto in micologia invia al *Network* la richiesta di adesione e autorizzazione al trattamento dei dati (il modulo di richiesta di adesione è scaricabile al seguente link: <https://ndm.isprambiente.it/partecipa-al-network/>);
- il *Network* riceve la richiesta di adesione, la approva e richiede al contributore l'invio della dichiarazione di liberatoria, con la quale il contributore autorizza ISPRA a pubblicare i dati nel SIF e a conservare i campioni nel *fungarium*;
- infine, il *Network* invia al contributore l'attestazione di partecipazione e un codice alfanumerico necessario per l'invio dei rilievi e dei campioni. Tale codice, definito ID, è un identificativo personale associato al singolo contributore.

5.5. Struttura del SIF

Il *Sistema Informativo Funghi* (SIF) è una mappa di punti georeferenziati che rappresentano i singoli rilievi micologici inviati dai contributori.

I dati micologici raccolti dai contributori vengono inseriti, dopo opportune verifiche di conformità agli standard definiti, nel SIF, accessibile al pubblico in formato aperto, ovvero accessibili, interoperabili e riutilizzabili.

Aperto la banca dati, è possibile selezionare il singolo punto per aprire una scheda pop-up che riporta tutti i campi relativi allo specifico rilievo riportati in tabella 8.

Tabella 8. Elenco dei campi visualizzabili per singolo record pubblicato nel SIF

ID rilievo
Tipo rilievo
Data rilievo
Nome cognome del contribuente
Nome cognome del determinatore
Accuratezza della localizzazione del rilievo
Comune
Nome della specie
Famiglia
Data verifica del nome della specie su Index Fungorum
Numero di individui
Substrato
Tipo di legno
Specie vegetale ospite
Tipo di escremento
Habitat rilevato (EUNIS 2012)
Habitat rilevato (EUNIS 2021/2022)
Habitat rilevato (Natura2000)
Habitat prioritario
Quota del rilievo (m.s.l.m)
Area protetta
SIC/ZPS/ZSC
Rilievo sottoposto a monitoraggio specie specifico
Campione presente in fungarium
Codice IFI del campione depositato nel fungarium
Campione sottoposto ad analisi genetica
Link a GenBank

5.6. Certificazione di qualità

L'iniziativa del *Network* e il processo di acquisizione dei dati ha la certificazione secondo la norma UNI EN ISO 9001:2000.

Con la sigla ISO 9000 si identifica una serie di normative e linee guida sviluppate dall'Organizzazione internazionale per la normazione (ISO) che definiscono i requisiti per la realizzazione, nell'ambito specifico del *Network*, di un sistema di gestione della qualità, al fine di condurre i processi, migliorare l'efficacia e l'efficienza nella realizzazione del progetto e nell'erogazione del servizio, ottenere e incrementare la soddisfazione del cliente che è, in ultima analisi, il cittadino.

Glossario

Alburno: nelle piante arboree e arbustive, legno degli strati più giovani ed esterni in cui si assume che si trovino anche cellule vive (parenchimi). Nell'alburno si ha l'effettiva attività idraulica di conduzione della linfa grezza, che viene sostenuta da uno-due fino a molti anni a seconda del tipo di porosità del legno stesso. L'alburno col tempo subisce un lento processo di trasformazione in duramen; dapprima perde le funzioni di conduzione limitandosi a funzioni di accumulo di riserve e sostegno, poi inizia l'occlusione descritta per il duramen stesso.

Carpoforo, sporoma, sporocarpo: qualsiasi corpo fruttifero di un fungo atto alla conclusione della riproduzione sessuata; in molti casi lo sporoma rappresenta l'unico stadio macroscopicamente visibile e tangibile dell'organismo fungino, con un grado di complessità variabile. Lo sporoma è la sede in cui avviene la ricombinazione genetica, si conclude il ciclo riproduttivo e si producono le spore sessuate ripristinando lo stadio nucleare aploide. La parte di sporoma strettamente coinvolta in tali fenomeni prende il nome di imenio. Sporoma è sinonimo di: sporocarpo; basidiocarpo o basidioma (nei Basidiomycota); ascocarpo o ascoma (negli Ascomycota).

Ceduazione: in arboricoltura delle latifoglie, sistema di gestione che prevede il taglio raso di alberi o arbusti ed è in grado di stimolare l'emissione di ricacci (polloni) dalla ceppaia e/o dalle radici. La ceduzione è attuata con periodicità variabile a seconda della specie vegetale, degli scopi e della normativa vigente. La ceppaia di ceduzione (intesa come il prodotto di reiterati tagli rasi) assume così nel tempo le caratteristiche di un sistema decisamente più complesso rispetto alla ceppaia semplice.

Criptobiosi: fenomeno cui vanno soggette numerose specie, incluse alcune specie fungine, che comporta, al subentrare di condizioni ambientali sfavorevoli, la temporanea sospensione di molte attività fisiologiche non indispensabili ed il mantenimento dei livelli minimi di funzionalità necessari alla sopravvivenza. Al ritorno delle condizioni favorevoli l'organismo è in grado di riprendere le sue normali e piene funzioni. Nel caso in cui il fattore ambientale determinante sia la disponibilità d'acqua, si parla più specificamente di anidrobiosi.

Duramen: nelle piante arboree e arbustive, legno che occupa la porzione centrale del fusto ed in cui si assume che si trovino solo cellule morte; gli elementi conduttori del duramen non sono più coinvolti nelle funzioni di conduzione della linfa grezza poiché, oltre ad essersi riempiti di gas, sono generalmente ostruiti da tille, tannini, resine, precipitati di Ca e composti silicatici. Tutto ciò rende il duramen ostile alle infezioni microbiche, benché capace di opporre solo difese passive e non attive.

Ecoregione: esistono varie definizioni e sinonimi di "ecoregione"; la definizione adottata nel 2010 dall'allora Ministero per la Tutela del Territorio e del Mare cita testualmente: "le ecoregioni sono ampie aree della superficie terrestre ecologicamente omogenee all'interno delle quali specie e comunità naturali interagiscono in modo discreto con i caratteri fisici dell'ambiente. Le ecoregioni descrivono zone con simili potenzialità per clima, fisiografia, oceanografia, idrografia, vegetazione e fauna; per questo motivo costituiscono un quadro di riferimento geografico per l'interpretazione dei processi ecologici, dei regimi di disturbo, della distribuzione spaziale della vegetazione e della dinamica dei sistemi ecologici" (Blasi et al., 2010). La problematica dell'adattare all'Italia classificazioni concepite per una scala europea è stata affrontata negli ultimi anni al fine di conferire un maggior rigore metodologico all'interpretazione del panorama floristico e vegetazionale italiano (Blasi et Rosati, 2010; Blasi et Biondi, 2017). Rispetto al già citato lavoro di Blasi et al. (2010), un ulteriore perfezionamento è giunto con (Blasi et al., 2014); quest'ultimo costituisce il riferimento per le presenti linee guida di monitoraggio.

Endofitismo: strategia adottata da vari microorganismi (fungini e non) che vivono all'interno di un ospite vegetale. A seconda dei casi l'endofita può instaurare una vera e propria simbiosi mutualistica (in cui sia il microorganismo sia la pianta traggono vantaggio), un rapporto di commensalismo (in cui il microorganismo sfrutta le medesime risorse della pianta ma non crea danno) o un rapporto di parassitismo (solo danni per la pianta). In ogni caso l'endofita non produce sintomi negativi apprezzabili, almeno nel breve periodo. Nel caso dei macrofunghi il termine si applica al limite della sua definizione e, per le specie lignicole (saprotrofe o meno), indica la fase di latenza con cui esse consolidano la propria presenza nell'ospite. Anche la simbiosi micorrizica si colloca fuori dall'endofitismo propriamente detto, poiché solo in essa si sono evolute notevoli specializzazioni morfologiche, sincronizzazioni con lo sviluppo dell'ospite e un flusso di nutrienti intenso.

Fenologia: avvicendamento dei fenomeni biologici che interessano l'organismo in base alla periodicità stagionale e meteo-climatica; nell'accezione qui trattata la fenologia esprime, in breve, il ciclo stagionale con cui

l'organismo fungino si manifesta nelle sue fasi riproduttive e correlate (sviluppo dei primordi, degli sporomi e di altre espressioni morfologiche macroscopiche).

Fitoclimatico: concernente il fitoclima; partendo dall'assunto che la vegetazione, intesa a sua volta come la forma assunta dalla flora nello spazio-ambiente, è strettamente correlata al clima, il concetto di fitoclima individua aree in cui la vegetazione stessa si esprime in maniera omogenea in funzione dei parametri climatici. Una classificazione fitoclimatica suddivide pertanto il territorio in unità aventi caratteristiche simili sia in termini strettamente climatici sia vegetazionali.

Macromiceti: funghi i cui corpi fruttiferi hanno dimensioni visibili a occhio nudo e che non hanno dimensioni inferiori ad 1 mm.

Bibliografia

- Bernicchia, A., & Gorjón, S. P., 2010. *Fungi Europaei 12: Corticiaceae* sl Edizioni Candusso. Alassio, Italy.
- Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen C., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L., 2010. Manuale italiano di interpretazione degli habitat. Link: https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/biblioteca/protezione_natura/manuale_interpretazione_habitat_it.pdf
- Blasi C. & Biondi E., 2017. *La flora in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, pp. 704. Sapienza Università Editrice, Roma.
- Blasi C., Capotorti C., Smiraglia D., Guida D., Zavattoni L., Mollo B., Frondoni R., Copiz R., 2010. Le ecoregioni d'Italia. Contributo tematico alla strategia nazionale per la biodiversità. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Disponibile presso: <https://www.mite.gov.it/biblioteca/le-ecoregioni-ditalia>
- Blasi, C., & Rosati, L., 2010. *La Vegetazione d'Italia e la Carta delle Serie di vegetazione* (pp. 9-15). Palombi & Partner Srl.
- Blasi, C., Capotorti, G., Copiz, R., Guida, D., Mollo, B., Smiraglia, D., & Zavattoni, L., 2014. Classification and mapping of the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 148(6), 1255-1345.
- Bonuso, E., Zambonelli, A., Bergemann, S.E. et al. Multilocus phylogenetic and coalescent analyses identify two cryptic species in the Italian bianchetto truffle, *Tuber borchii* Vittad.. *Conserv Genet* 11, 1453–1466 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10592-009-9972-3>
- Dahlberg, Mueller, 2011. Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species. *Fungal ecology* 4: 147 e 162.
- Ercole, S., et al., 2017. The species-specific monitoring protocols for plant species of Community interest in Italy. *PI Sociol*, 2017, 2: 77-83. DOI: 10.7338/pls2017542S1/07
- Elzinga, C. L., & Salzer, D. W. (1998). *Measuring & monitoring plant populations*. US Department of the Interior, Bureau of Land Management.
- European Commission, DG-ENV, 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28. http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf
- ISPRA, 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: Specie vegetali. Manuali e linee guida 140/2016. ISBN: 978-88-448-0787-0. Link: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggiodi-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-specie-vegetali>
- ISPRA, 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: Specie animali. Manuali e linee guida 141/2016. ISBN: 978-88-448-0788-7. Link: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggiodi-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-specie-animali>
- IUCN, 2021. IUCN SSC acceptance of Fauna Flora Funga. Available at: <https://www.iucn.org/commissions/species-survivalcommission/about/ssc-committees/>
- Ledger, S.E.H., Loh, J., Almond, R. et al., 2023. Past, present, and future of the Living Planet Index. *Np Biodiversity* 2, 12. <https://doi.org/10.1038/s44185-023-00017-3>
- Leonardi M, Salvi D, Iotti M, Rana GL, Paz-Conde A, Pacioni G., 2021. Multilocus Phylogeography of the *Tuber mesentericum* Complex Unearths Three Highly Divergent Cryptic Species. *Journal of Fungi*; 7(12):1090. <https://doi.org/10.3390/jof7121090>
- Nees von Esenbeck, C.G.D., 1817. *Das System der Pilze und Schwämme* (The Taxonomy of Mushrooms and Toadstools). Würzburg 181
- Onofri S., Bernicchia A., Marchisio V., Padovan F., Perini C., Ripa C., Venturella G., Zucconi L., Savino E., Vizzini A., Zotti M., 2005. Checklist dei funghi italiani.

-
- Peintner, U., Kuhnert-Finkernagel, R., Wille, V. et al., 2019. How to resolve cryptic species of polypores: an example in Fomes. *IMA Fungus* 10, 17. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0016-4>
- Perego S., 2004. Cartografia. Lettura delle carte topografiche. Libreria Santa Croce, Parma.
- Pignatti S., 1979. I piani di vegetazione in Italia, *Plant Biosystem.* 113:411-428, DOI: 10.1080/11263507909426417
- 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 http://www.iucn.it/pdf/Comitato_IUCN_Lista_Rossa_della_flora_italiana_policy_species.pdf
- Royal Botanic Gardens*, Kew 2020. State of the World’s Plants and Fungi report 2020. <https://www.kew.org/science/state-of-the-worlds-plants-and-fungi>
- Royal Botanic Gardens*, Kew 2018. State of the World’s Fungi report 2018. <https://kew.iro.bl.uk/downloads/b4f234b7-49b4-4e4e-be6f-cb7d5e45123e?locale=en>
- Salerni, E., Barbato, D., Cazau, C., Gardin, L., Henson, G., Leonardi, P., ... & Perini, C., 2020. Selective thinning to enhance soil biodiversity in artificial black pine stands-what happens to mushroom fruiting? *Annals of Forest Research*, 63(2), 75-90.
- Sutherland, W. J., 2006. *Ecological census techniques: a handbook*. Cambridge university press.
- Whittaker R.H., 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. *Science* 163, pp. 150-160.
- Whittaker R., 1959. On the Broad Classification of Organisms, *Quarterly Review of Biology* 34: 210–226.

Sitografia

BOLD - Barcode of Life Data Systems <http://www.boldsystems.org/>

CBOL - Consortium for the Barcode of Life <https://www.ibol.org/phase1/cbol/>

Progetto CollMap <http://www.anms.it/pagine/contenuto/30>

European Council for the Conservation of Fungi: <http://www.eccf.eu/>

European Nature Information System - EUNIS: <https://eunis.eea.europa.eu/>

EUNIS terrestrial habitat classification review, 2021: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification-1/eunis-terrestrial-habitat-classification-review-2021>

Fauna flora funga <https://faunaflorafunga.org/>

Index Fungorum: <http://www.indexfungorum.org/> (ultimo accesso 12/02/2022)

Index Herbariorum: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/ihcreate-new/>

Ministero della Transizione Ecologica, già Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Nuovo Visualizzatore del Geoportale Nazionale <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/> (ultimo accesso 12/02/2022)

NCBI. Genbank. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> (ultimo accesso 12/02/2022)

Network per lo studio della diversità micologica <https://ndm.isprambiente.it/>

Openscience.it La scienza condivisa <https://open-science.it/>

Sistema Informativo Funghi

<https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=af90a355a4cc401d8b2886ae26dadb51>

The Global Fungal Red List Initiative, IUCN <http://iucn.ekoo.se/en/iucn/welcome>

Normativa

Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A01992L0043-20130701>

Legge 23 agosto 1993, n. 352 "Norme quadro in materia di raccolta e commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati

Decreto del Presidente della Repubblica 14 luglio 1995, n. 376. Regolamento concernente la disciplina della raccolta e della commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati. Link: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.del.presidente.della.repubblica:1995-0714:376>

Decreto del Ministero della Sanità 29 novembre 1996, n. 686. Regolamento concernente criteri e modalità per il rilascio dell'attestato di micologo. Link: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:ministero.sanita:decreto:1996-11-29:686!vig=2014-03-10>

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 195. Attuazione della direttiva 2003/4/CE sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale. Link: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:2005-08-19:195>

Legge 28 giugno 2016, n. 132. Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale. Link: <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2016-06-28:132>

Raccomandazione 2018/790 della Commissione europea sull'accesso all'informazione scientifica e sulla sua conservazione.

Decreto-Legge 14 ottobre 2019, n. 111. Misure urgenti per il rispetto degli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE sulla qualità dell'aria e proroga del termine di cui all'articolo 48, commi 11 e 13, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229. Link: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2019/10/14/19G00125/sg>

Allegato 1. Dettaglio del campo Habitat II livello

N.	Denominazione	Descrizione
1.1	Boschi di Larice e Cembro	Boschi a dominanza di larice oppure di cembro, da soli oppure crescenti assieme e con dominanza dell'uno o dell'altro e formazioni rade sia di ricolonizzazione di pascoli montani che al limite degli alberi
1.2	Boschi di abete rosso	Boschi di abete rosso (peccio), spontaneo oppure in seguito ad interventi selvicolturali
1.3	Boschi di Abete bianco	Boschi di abete bianco, spontaneo oppure in seguito a interventi selvicolturali entro la sua area ecologica di crescita, spesso mescolato ad altre specie (che vanno specificate), ma prevalente
1.4	Pinete di Pino silvestre e Pino mugo	Pinete alpine; il pino silvestre scende fino alla pianura lombarda ed all'Appennino Emiliano
1.5	Pinete di Pino nero, Pino laricio e Pino loricato	Pinete montane delle Alpi (solo Pino nero), Appennino e Isole
1.6	Pinete di pini mediterranei	Pinete costiere e submediterranee (area della vite)
1.7	Piantagioni di conifere	Rimboschimenti recenti e fuori areale con sottobosco non naturaliforme
2.1	Faggete	Boschi di faggio delle Alpi, Appennino e Sicilia, eventualmente con accompagnamento di conifere (abete bianco, abete rosso)
2.2	Querceti	Boschi di querce, puri o misti, con rovere, roverella o farnia
2.3	Castagneti	Boschi con dominanza di castagno, anche se si tratta di selve castanili mantenute dall'azione dell'uomo
2.4	Boschi misti a carpino, acero e frassino	Boscaglie di carpino nero, orniello e carpino orientale
2.5	Boschi umidi e ripariali	Boschi di ambienti periodicamente inondati o con falda elevata
2.6	Altri boschi a caducifoglie	Boschi con aceri, frassino, pioppo tremulo, olmi, tiglio, ontano napoletano
3.1	Leccete	Boschi mediterranei che possono penetrare fino al piano montano con aumento progressivo delle caducifoglie
3.2	Sugherete	Le sugherete pure sono solitamente derivate da attività antropiche per la raccolta del sughero. Nei consorzi naturali spesso <i>Quercus suber</i> è mista ad altri elementi quali (<i>Quercus frainetto</i> , <i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus ilex</i>)
3.3	Altri boschi a sempreverdi	Boschi mediterranei dominati da specie diverse dalle querce
4.1	Rimboschimenti a <i>Eucalyptus</i> sp.pl.	Rimboschimenti a Eucalpti
4.2	Rimboschimenti di altre latifoglie sempreverdi	Rimboschimenti ad altre specie sempreverdi non indigene (ad es. <i>Acacia saligna</i>)
5.1	Arbusteti subalpini	Vegetazione di conifere arbustive (mugo, ginepro nano) oppure latifoglie per lo più a foglia caduca
5.2	Arbusteti di clima temperato	Vegetazione a dominanza di arbusti a foglia caduca, rovi, ginepri e ginestre
5.3	Macchie, garighe e arbusteti mediterranei	Vegetazione di arbusti sempreverdi (mirto, lentisco, oleastro, anche il leccio quando cresce arbustivo) o comunque dell'ambiente mediterraneo (cisti, ginepri costieri)
6.1	Ambienti costieri acquatici ed intertidali	Sono qui incluse le piane fangose e sabbiose intertidali, foci fluviali, lagune e laghi salmastri costieri, stagni costieri salati e salmastri soggetti a disseccamento prolungato
6.2	Ambienti costieri limosi e sabbiosi salmastri e salini	Ambienti salmastri con vegetazione alofila
6.3	Spiagge sabbiose	Vegetazione alofila delle spiagge sabbiose
6.4	Spiagge ghiaiose e ciottolose	Vegetazione alofila delle spiagge ciottolose
6.5	Dune mobili	Dune a <i>Thinopyrum junceum</i> (Gramigna delle spiagge) e a <i>Calamagrostis arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i> (Ammofila litorale)
6.6	Dune stabili	Ambienti sabbiosi colonizzati da vegetazione erbacea
6.7	Dune ricoperte da arbusti e cespugliate	Ambienti sabbiosi dominati da legnose di piccole dimensioni
6.8	Ambienti costieri rocciosi	Si includono qui sia gli ambienti di scogliera che le piccole isole rocciose
7.1	Sponde lacustri e fluviali	Superfici nude o scarsamente vegetate in prossimità delle rive lacustri o fluviali
7.2	Canneti e vegetazione erbacea ripariale	Formazioni igrofile e ripariali a dominanza di canne, carici, giunchi e altre alte erbe
7.3	Torbiere	Ambienti umidi e inondati caratterizzati dall'accumulo di resti vegetali (torba)
7.4	Canali di irrigazione e/o bonifica e bacini artificiali	Linee d'acqua artificiali delle zone agricole e di bonifica
8.1	Vegetazione delle dune interne (non costiere)	Dune lacustri o ripariali anche fossili dominate da vegetazione erbacea
8.2	Ambienti rocciosi	Ambienti con dominanza degli ambienti litologici e vegetazione vascolare scarsa o assente
8.3	Ambienti vulcanici e pseudovulcanici	Ambienti di attività vulcanica recente talvolta colonizzati da specie arbustive ed erbacee
8.4	Vegetazione pioniera di terreni sabbiosi o detritici	Vegetazione rada su suoli sottili
8.5	Ambienti in erosione accelerata	Pendii in erosione accelerata con copertura vegetale rada o assente su substrati argillosi, limosi o sabbiosi
8.6	Grotte	Ambienti ipogei
9.1	Ambienti glaciali	Nevi perenni e ghiacciai
9.2	Praterie alpine discontinue	Praterie alpine discontinue dei versanti ripidi e dei crinali
9.3	Praterie alpine compatte	Praterie primarie alpine a struttura compatta

N.	Denominazione	Descrizione
9.4	Ambienti nivali a salici erbacei	Arbusteti nani a salici delle depressioni con accumulo prolungato della neve
9.5	Ambienti nivali con erbe, muschi e licheni	Vegetazione erbacea delle depressioni lungamente innestate
9.6	Praterie alpine ad alte erbe	Formazioni ad alte erbe dei suoli umidi e periodicamente inondati
9.7	Praterie acquitrinose artico-alpine	Formazioni dei torrenti e dei ruscelli alpini
10.1	Praterie temperate discontinue	Praterie discontinue su suoli solitamente detritici
10.2	Praterie temperate compatte	Praterie continue su suoli solitamente profondi
10.3	Praterie temperate umide	Praterie su suoli umidi o periodicamente inondati
10.4	Praterie mediterranee aride	Praterie xeriche mediterranee
10.5	Praterie mediterranee umide	Praterie umide o periodicamente inondate di ambiente mediterraneo dominate da specie di grandi dimensioni (<i>Scirpoides holoschoenus</i>)
10.6	Prati da sfalcio	Prati regolarmente sottoposti a sfalcio
10.7	Radure forestali	Schiarite nei boschi determinate da tagli o crolli
10.8	Praterie su terreni ricchi di metalli pesanti	Steppe e praterie su substrati derivati da passata attività mineraria e su ofioliti
11.1	Seminativi	Appezziamenti coltivati di grandi dimensioni
11.2	Orti	Colture orticole non intensive
11.3	Serre	Colture coperte
11.4	Risaie	Le risaie a riposo vanno nella categoria praterie post-colturali
11.5	Vigneti	Colture di <i>Vitis vinifera</i>
11.6	Oliveti	Colture di <i>Olea europea</i>
11.8	Frutteti	Pomacee, drupacee, piantagioni di kiwi etc.
11.9	Noccioli da frutto	Colture di <i>Corylus avellana</i>
11.10	Noceti da frutto	Coltivazioni di <i>Juglans regia</i> per la raccolta di noci
11.11	Piantumazioni legnose industriali	Piantumazioni legnose industriali Impianti fortemente artificializzati di <i>Populus</i> , <i>Juglans</i> , <i>Pawlonia</i> etc.
11.12	Praterie post colturali e campi a riposo	Zone gestite a set-aside o altre forme di riposo colturale
11.13	Siepi	Allineamento di arbusti con funzioni di protezione, di recinzione o di bordura, in campi, giardini, orti
11.14	Stalle, porcili e altre strutture legate all'allevamento	Ambienti confinati destinati all'allevamento di mucche, maiali e pollame
11.15	Staccionate e palerie	Recinzioni e vecchie infrastrutture in legno
12.1	Centri abitati e aree pavimentate	Sono qui individuate le specie micologiche che crescono in spazi interstiziali (bordo di marciapiedi, vasi, aree pavimentate, parti in legno degli edifici, cantine)
12.2	Alberature stradali	Filari alberati lungo le strade solitamente di impianto artificiale
12.3	Altri filari alberati e boschetti antropogenici	Sono qui individuati i filari interpoderali caratterizzati da esemplari piantati o spontaneizzati
12.4	Grandi parchi	Grandi aree verdi urbane e ville storiche. Se gli ambienti sono naturali o prossimi-naturali vedere le categorie corrispondenti
12.5	Aiuole e altre aree verdi urbane di piccole dimensioni	Verde ornamentale pubblico e privato di piccole dimensioni (giardini, aiuole, spazi interstiziali urbani)
12.6	Prati antropici	Vegetazione antropofila dei terrapieni infrastrutturali e degli antrosuoli
12.7	Siti archeologici e ruderi	Ambienti ruderali scarsamente vegetati
12.8	Cimiteri	Aree verdi e interstiziali dei cimiteri
12.9	Siti produttivi, commerciali e grandi nodi infrastrutturali	Aree industriali, commerciali e viabilità connessa
12.10	Cave e miniere attive e depositi detritici di risulta	Accumuli di detriti e ambienti interstiziali delle aree estrattive e minerarie

N.	Denominazione	Descrizione
12. 11	Cave dismesse e depositi detritici di risulta	Aree estrattive e minerarie abbandonate in corso di colonizzazione da parte della vegetazione
12. 12	Discariche	Cumuli di rifiuti gestiti e non gestiti, aree di bonifica e interstiziali all'interno di discariche gestite compresi gli ambienti di restauro ambientale

Allegato 2. Dettaglio del campo Habitat III livello

N.	Denominazione	Descrizione
1.1.1	Boschi misti di <i>Larix decidua</i> e <i>Pinus cembra</i>	Boschi talora aperti e a mosaico con le brughiere alpine, al limite superiore della vegetazione arborea
1.1.2	Boschi a dominanza di <i>Larix decidua</i>	Consorti naturali a dominanza di Larice
1.1.3	Boschi a dominanza di <i>Pinus cembra</i>	Consorti naturali a dominanza di Cembro
1.1.4	Brughiere e pascoli con <i>Larix decidua</i> o <i>Pinus cembra</i>	Formazioni montane rade di ricolonizzazione di pascoli montani o zone agropastorali abbandonate
1.2.1	Boschi subalpini a <i>Picea abies</i> delle Alpi	Peccete naturali subalpine
1.2.2	Boschi montani a <i>Picea abies</i> delle Alpi	Peccete di bassa quota
1.2.3	Boschi a <i>Picea abies</i> degli Appennini	Peccete naturali dell'Appennino Tosco-Emiliano
1.3.1	Foreste di <i>Abies alba</i> delle Alpi	Boschi a dominanza di abete bianco, spesso misto a caducifoglie, delle Alpi
1.3.2	Foreste di <i>Abies alba</i> dell'Appennino	Boschi a dominanza di abete bianco, spesso misto a caducifoglie, dell'Appennino
1.3.3	Popolazioni siciliane di <i>Abies nebrodensis</i>	Popolazioni relitte e rimboschimenti a <i>Abies nebrodensis</i>
1.4.1	Foreste di <i>Pinus sylvestris</i>	Pinete a Pino silvestre in vallate con clima ad elevata continentalità spesso su suoli silicei (valli del Pino silvestre) con significativa presenza di specie erbacee
1.4.2	Foreste di <i>Pinus sylvestris</i> con <i>Quercus</i> sp.pl	
1.4.3	Formazioni a <i>Pinus mugo</i> subsp. <i>uncinata</i>	Popolamenti ad alto fusto di Pino uncinato subalpini e alto-montani
1.5.1	Foreste di <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> delle Alpi e delle Prealpi	Pinete naturali a Pino nero dell'Arco alpino
1.5.2	Foreste di <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> dell'Appennino	Pinete naturali a Pino nero dell'Appennino
1.5.3	Foreste di <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> dell'Adriatico settentrionale	Pinete naturali a Pino nero della costa Triestina. Le formazioni alto-adriatiche delle dune costiere sono da riferire alla categoria "Pinete delle dune costiere"
1.5.4	Foreste di <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i> dell'Italia meridionale	Pinete naturali e subnaturali a Pino laricio dell'Italia meridionale
1.5.5	Foreste di <i>Pinus heldreichii</i> subsp. <i>leucodermis</i> di Basilicata e Calabria	Pinete a pino loricato di Basilicata e Calabria
1.5.6	Rimboschimenti a <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> o <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>laricio</i>	Rimboschimenti a Pino nero. Possono essere in areale o fuori areale
1.6.1	Pinete a <i>Pinus pinaster</i>	Pinete a dominanza di Pino marittimo
1.6.2	Pinete a <i>Pinus pinea</i>	Pinete a dominanza di Pino domestico
1.6.3	Pinete a <i>Pinus halepensis</i>	Pinete a dominanza di Pino d'Aleppo
1.6.4	Pinete delle dune costiere	Pinete dunali
1.7.1	Rimboschimenti a <i>Pinus cembra</i>	Popolamenti artificiali o fuori dall'areale di distribuzione naturale di Pino cembro
1.7.2	Rimboschimenti a <i>Larix decidua</i>	Popolamenti artificiali o fuori dall'areale di distribuzione naturale di Larice
1.7.3	Rimboschimenti a <i>Picea abies</i>	Popolamenti artificiali o fuori dall'areale di distribuzione naturale di Abete rosso
1.7.4	Rimboschimenti ad <i>Abies alba</i>	Popolamenti artificiali o fuori dall'areale di distribuzione naturale di Abete bianco
1.7.5	Rimboschimenti a <i>Pinus sylvestris</i>	Popolamenti artificiali o fuori dall'areale di distribuzione naturale di Pino silvestre
1.7.6	Rimboschimenti a <i>Pinus pinea</i> , <i>Pinus halepensis</i> e <i>Pinus pinaster</i>	Popolamenti artificiali di Pini mediterranei

N.	Denominazione	Descrizione
1.7.7	Rimboschimenti a conifere esotiche	Piantagioni di conifere provenienti da altri continenti (es. pini americani, douglasia)
1.7.8	Rimboschimenti e popolamenti subspontanei a <i>Cupressus</i> sp.pl.	Rimboschimenti e popolamenti subnaturali di Cipressi
2.1.1	Boschi di <i>Fagus sylvatica</i> alpini e prealpini	Faggete delle Alpi e delle Prealpi
2.1.2	Boschi di <i>Fagus sylvatica</i> degli Appennini	Faggete dell'Appennino
2.2.1	Boschi a dominanza di <i>Quercus pubescens</i>	Boschi dominati dalla Roverella
2.2.2	Boschi a dominanza di <i>Quercus robur</i>	Boschi dominati dalla Farnia
2.2.3	Boschi a dominanza di <i>Quercus petraea</i>	Boschi dominati dalla Rovere
2.2.4	Boschi a dominanza di <i>Quercus cerris</i>	Boschi dominati dal Cerro
2.2.5	Boschi misti di <i>Quercus cerris</i> e <i>Quercus frainetto</i>	Boschi a dominanza di Farnetto e misti con Cerro
2.2.6	Boschi con <i>Quercus trojana</i>	Querceti con Fragno
2.2.7	Formazioni con <i>Quercus ithaburensis</i> subsp. <i>macrolepis</i>	Querceti e formazioni con Quercia vallonea
2.3.1	Castagneti da frutto	Castagneti gestiti per la raccolta
2.3.2	Boschi a dominanza di <i>Castanea sativa</i>	Castagneti da legno e naturalizzati
2.4.1	Boschi a dominanza di <i>Ostrya carpinifolia</i>	Boschi a dominanza di Carpino nero
2.4.2	Boschi misti di <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Acer</i> sp. pl. e <i>Carpinus</i> sp. pl.	Boschi misti termofili con aceri, orniello, carpini
2.4.3	Boschi a dominanza di <i>Carpinus orientalis</i>	Boschi a dominanza di Carpino orientale
2.5.1	Boschi a dominanza di <i>Populus</i> sp. pl.	Pioppeti naturali
2.5.2	Boschi ripariali a dominanza di <i>Salix</i> sp. pl.	Saliceti ripariali
2.5.3	Boschi ripariali a dominanza di <i>Alnus</i> sp. pl. e/o <i>Fraxinus excelsior</i>	Ontanete e Alno-frassineti ripariali
2.5.4	Boschi umidi planiziali a dominanza di <i>Quercus</i> sp. pl., <i>Ulmus minor</i> e <i>Carpinus betulus</i>	Boschi planiziali solitamente a dominanza di Farnia, Olmi, Carpini edelle aree inondate saltuariamente, ma con falda elevata
2.5.5	Boschi palustri	Boschi degli ambienti periodicamente inondati
2.5.6	Torbiere boscate	Ambienti di torbiera con vegetazione arborea
2.5.7	Boschi ripariali di <i>Platanus orientalis</i>	Formazioni di fondo forra e letti torrentizi a Platani dell'Italia meridionale
2.6.1	Boschi misti mesofili montani e di forra a <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Acer</i> sp. pl. e <i>Tilia</i> sp. pl.	Boschi misti di Tigli e Aceri montani
2.6.2	Boschi appenninici ad <i>Acer</i> sp. pl.	Acereti montani dell'Appennino con Acero di monte o Acero napoletano
2.6.3	Boschi a dominanza di <i>Populus tremula</i>	Comunità a dominanza di Pioppo tremolo lungo gli impluvi ed ai margini dei boschi mesofili e semimesofili
2.6.4	Boschi e boscaglie a <i>Ulmus minor</i>	Formazioni solitamente secondarie a dominanza di Olmi in ambienti non ripariali
2.6.5	Boschi di <i>Betula</i> sp.	Betulleti collinari e montani
2.6.6	Boschi di versante ad <i>Alnus cordata</i>	Ontanete di versante
2.6.7	Boschi di <i>Ulmus</i> sp.	Boscaglie e cespuglieti non ripariali dominati da olmi
2.6.8	Boschi spontanei e subspontanei di specie esotiche	Boschi e boscaglie a Robinia, Acero americano, Ailanto
2.6.9	Rimboschimenti a caducifoglie	Rimboschimenti a caducifoglie (escluse le piantagioni industriali a <i>Populus</i> sp. pl., <i>Paulownia tomentosa</i>)
3.1.1	Boschi a dominanza di <i>Quercus ilex</i> e specie della macchia mediterranea	Bosco di leccio a sempreverdi
3.1.2	Boschi a dominanza di <i>Quercus ilex</i> e specie dei boschi a caducifoglie	Bosco di leccio con caducifoglie
3.2.1	Formazioni di <i>Quercus subergestite</i>	Sugherete regolarmente gestite per la raccolta del sughero

N.	Denominazione	Descrizione
3.2.2	Boschi naturali e subnaturali a dominanza di <i>Quercus suber</i>	Consorzi di sughera spontanei e subsponetanei spesso misti
3.2.3	Pascoli a <i>Quercus suber</i>	Formazioni antropogene aperte in cui la sughera non è accompagnata da specie nemorali (dehesas)
3.3.1	Boschi a dominanza di <i>Laurus nobilis</i>	Consorzi di alloro
3.3.2	Boschi di <i>Quercus coccifera</i>	Boschi a dominanza di Quercia spinosa
3.3.3	Formazioni arboreescenti con <i>Ilex aquifolium</i> e/o <i>Taxus baccata</i>	Formazioni alte con Bosso e/o agrifoglio talora come sottobosco o vegetazione delle radure nei boschi supramediterranei
3.3.4	Boschi a dominanza di <i>Olea europea</i> var. <i>sylvestris</i> e <i>Ceratonia siliqua</i>	Formazioni spontanee a Olivo selvatico e Carrubbo
5.1.1	Formazioni a <i>Pinus mugo</i>	Mughete
5.1.2	Altri arbusteti subalpini	Arbusteti a Rododendri ed Ericacee
5.1.3	Formazioni a mirtilli	Mirtileti subalpini (esclusi gli Hummock delle torbiere)
5.1.4	Formazioni prostrate a <i>Juniperus communis</i> del piano subalpino	Gineprete nani delle Alpi e degli Appennini
5.2.1	Formazioni a dominanza di <i>Rubus</i> sp. pl.	Cespuglieti a dominanza di Rovi
5.2.2	Arbusteti a dominanza di <i>Rosa</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>Crataegus</i> sp. e altre <i>Rosaceae</i> spontanee	Cespuglieti a dominanza di arbusti caducifogli appartenenti alla famiglia delle <i>Rosaceae</i> (con esclusione dei cespuglieti a dominanza di <i>Rubus</i> sp.)
5.2.3	Formazioni a <i>Spartium junceum</i>	Cespuglieti e ricolonizzazioni a Ginestra odorosa
5.2.4	Ginestreti	Altre tipologie di Ginestreti
5.2.5	Formazioni a <i>Calluna vulgaris</i>	Brughiere spesso con mirtilli o ginestre
5.2.6	Boscaglie a <i>Corylus avellana</i>	Nocciolieti naturali
5.2.7	Cespuglieti a <i>Juniperus communis</i>	Gineprete arbustivi
5.2.8	Cespuglieti ripariali	Cespuglieti ripariali montani a Salici, Tamerice alpina, Olivello spinoso
5.2.9	Cespuglieti a <i>Buxus sempervires</i>	Formazioni arbustive, più o meno aperte, dominate da Bosso
5.3.1	Macchie a <i>Quercus ilex</i>	Macchie a dominanza di Leccio
5.3.2	Macchie a <i>Pistacia lentiscus</i>	Macchie a dominanza di Lentisco
5.3.3	Macchie a <i>Quercus coccifera</i>	Macchie a dominanza di Quercia spinosa
5.3.4	Macchie e garighe a <i>Erica</i> sp. pl.	Macchie a <i>Erica</i> sp. pl. <i>mediterraneae</i>
5.3.5	Macchia a <i>Chamaerops humilis</i>	Macchia a Palma nana
5.3.6	Macchie e garighe mediterranee a <i>Juniperus</i> sp. pl.	Gineprete mediterranei non dunali
5.3.7	Macchie e garighe miste dunali	Macchie dunali con esclusione dei gineprete
5.3.8	Formazioni dunali a <i>Juniperus</i> sp. pl.	Gineprete dunali
5.3.9	Formazioni ripariali a <i>Nerium oleander</i> , <i>Vitex agnus-castus</i> e <i>Tamarix</i> sp. pl.	Comunità di ambienti di greto periodicamente inondati con presenza di Oleandro, Agnocasto e/o Tamarici
5.3.10	Garighe	Garighe e macchie basse mediterranee
5.3.11	Matorral	Formazioni di macchia con esemplari arborei emergenti
5.3.12	Formazioni a <i>Calicotome</i> sp. pl.	Macchie a Ginestre mediterranee (escluse formazioni a <i>Spartium junceum</i>)
7.3.1	Torbiere alte	Torbiere naturali caratterizzate da cumuli di sfagni
7.3.2	Torbiere bassa	Zone umide caratterizzate da comunità torbigene a dominanza di cyperacee e muschi bruni su suoli permanentemente inondati da acque calcaree

N.	Denominazione	Descrizione
7.3.3	Torbiere di transizione e instabili	Depositi torbosi e tappeti flottanti, in acque da oligotrofiche a mesotrofiche, nelle quali la componente meteorica e della falda si miscelano.
8.2.1	Rupi	Ambienti ad alta pendenza con componente geologica predominante e vegetazione scarsa o assente
8.2.2	Ghiaioni	Accumuli di detriti delle falde montane con vegetazione scarsa o assente
8.2.3	Campi di massi	Accumuli di massi nei fondivalle montani e alpini
10.4.1	Praterie mediterranee aride a dominanza di specie annuali	Praterie xeriche mediterranee spesso pascolate a dominanza di specie annuali
10.4.2	Praterie mediterranee aride a dominanza di specie perenni	Praterie xeriche mediterranee a dominanza di specie perenni (<i>Ampelodesmos mauretanicus</i> , <i>Hyparrhenia hirta</i> , <i>Lygeum spartum</i>)
10.6.1	Prati da sfalcio planiziali e collinari	Prati periodicamente sfalciati di bassa quota
10.6.2	Prati da sfalcio montani e subalpini	Prati da sfalcio dei piani montano e subalpino
12.10.1	Materiale estratto: argilla	
12.10.2	Materiale estratto: calcare, travertino, gesso e arenaria	
12.10.3	Materiale estratto: granito e altre rocce intrusive, scisti e gneiss	
12.10.4	Materiale estratto: marmo	
12.10.5	Materiale estratto: porfido, basalto, tufo e altre rocce vulcaniche	
12.10.6	Materiale estratto: sabbia e ghiaia	
12.10.7	Materiale estratto: marna da cemento	
12.10.8	Materiale estratto: minerali ceramici e industriali	
12.10.9	Materiale estratto: salgemma	
12.10.10	Materiale estratto: talco e bauxite	
12.10.11	Materiale estratto: minerali metalliferi	
12.11.1	Materiale estratto: argilla	
12.11.2	Materiale estratto: calcare, travertino, gesso e arenaria	
12.11.3	Materiale estratto: granito e altre rocce intrusive, scisti e gneiss	
12.11.4	Materiale estratto: marmo	
12.11.5	Materiale estratto: porfido, basalto, tufo e altre rocce vulcaniche	
12.11.6	Materiale estratto: sabbia e ghiaia	
12.11.7	Materiale estratto: marna da cemento	
12.11.8	Materiale estratto: minerali ceramici e industriali	
12.11.9	Materiale estratto: salgemma	
12.11.10	Materiale estratto: talco e bauxite	
12.11.11	Materiale estratto: minerali metalliferi	

Allegato 3. Sezioni ecoregionali

Sezione	Province interessate	Fascia altitudinale	Protocollo
Alpi Occidentali	Aosta	Tutte le fasce altitudinali del sistema montuoso (include il piano basale ovvero i fondovalle alle quote inferiori e i primi rilievi)	P1
	Asti		
	Biella		
	Cuneo		
	Imperia		
	Novara		
	Savona		
	Torino		
	Verbano-Cusio-Ossola		
	Vercelli		
Pianura Padana	Alessandria	Fascia della pianura <250 m slm	P1
	Asti		
	Belluno		
	Bergamo		
	Biella		
	Bologna		
	Brescia		
	Como		
	Cremona		
	Cuneo		
	Ferrara		
	Forlì-Cesena		
	Gorizia		
	Lecco		
	Lodi		
	Mantova		
	Milano		
	Modena		
	Monza e Brianza		
	Novara		
	Padova		
	Parma		
	Pavia		
	Piacenza		
	Pordenone		
	Ravenna		
	Reggio Emilia		
	Rimini		
	Rovigo		
	Torino		
Treviso			
Udine			
Varese			
Venezia			
Vercelli			

Sezione	Province interessate	Fascia altitudinale	Protocollo
	Verona		
	Vicenza		
Alpi Centrali ed Orientali	Belluno	Tutte le fasce altitudinali del sistema montuoso (include il piano basale ovvero i fondovalle alle quote inferiori e i primi rilievi)	P1
	Bergamo		
	Bolzano		
	Brescia		
	Como		
	Gorizia		
	Lecco		
	Pordenone		
	Sondrio		
	Trento		
	Udine		
	Varese		
	Verona		
	Vicenza		
Illiria - settore italiano	Trieste	Fascia costiera <250 m	P1
Appennino Settentrionale e Occidentale	Alessandria	Tutte le fasce altitudinali del sistema montuoso (include il piano basale ovvero i fondovalle alle quote inferiori e i primi rilievi) - NON include la riviera ligure	P1
	Arezzo		
	Bologna		
	Firenze		
	Forli-Cesena		
	Genova		
	Grosseto		
	La Spezia		
	Lucca		
	Massa e Carrara		
	Modena		
	Parma		
	Pavia		
	Perugia		
	Piacenza		
	Pisa		
	Pistoia		
	Prato		
	Ravenna		
	Reggio Emilia		
Rimini			
Siena			
Terni			
Tirreno Settentrionale e Centrale	Genova	<250 m slm + rilievi Arcipelago toscano	P3
	Grosseto		
	Imperia		
	La Spezia		
	Latina		
	Livorno*		

Sezione	Province interessate	Fascia altitudinale	Protocollo
	Lucca Massa e Carrara Pisa Roma Savona Viterbo		
Adriatico Centrale	Ancona Ascoli Piceno Campobasso Chieti Fermo Macerata Pesaro e Urbino Pescara Teramo	Fascia costiera <250 m	P3
Appennino Centrale e Meridionale	Ancona Ascoli Piceno Avellino Benevento Campobasso Caserta Chieti Fermo Frosinone Isernia L'Aquila Macerata Pesaro e Urbino Pescara Rieti Roma Salerno Teramo Viterbo	Tutte le fasce altitudinali del sistema montuoso (include il piano basale ovvero i fondovalle alle quote inferiori e i primi rilievi)	P2
Adriatico Meridionale	Bari Barletta-Andria-Trani Brindisi Foggia Lecce Matera - versante ionico Potenza - versante ionico Taranto	Tutte le fasce altitudinali - include costa ed entroterra	P4
Tirreno Meridionale	Avellino Benevento Caserta Catanzaro	Tutte le fasce altitudinali - include costa ed entroterra	P5

Sezione	Province interessate	Fascia altitudinale	Protocollo
	Cosenza		
	Crotone		
	Napoli		
	Potenza - versante tirrenico		
	Reggio Calabria		
	Salerno		
	Vibo Valentia		
Sicilia	tutta la Regione	Tutte le fasce altitudinali - include costa ed entroterra	P6
Sardegna	tutta la Regione	Tutte le fasce altitudinali - include costa ed entroterra	P7

Allegato 4. Codice etico per i contributori al fungarium

Comproprietà e utilizzo dei dati genetici prodotti dal *Network* per lo studio della diversità micologica

Il presente codice etico (di seguito codice) reca i principi guida del comportamento dei contributori aderenti al *Network* per lo studio della diversità micologica (di seguito *Network*) che inviano volontariamente campioni fungini di loro proprietà al *fungarium* di ISPRA richiedendone l'analisi genetica.

Il contributore è consapevole che ISPRA, attraverso l'implementazione del *Network*, persegue i seguenti obiettivi istituzionali:

- avanzamento e diffusione delle conoscenze in campo micologico;
- realizzazione del censimento nazionale dei macromiceti;
- implementazione del *Sistema Informativo Funghi* (SIF);
- realizzazione del *fungarium* nazionale dei macromiceti;
- realizzazione della banca dati genetica nazionale dei macromiceti.

Pertanto, il contributore non utilizza ISPRA per perseguire fini o conseguire benefici privati.

Il contributore che intende inviare campioni fungini al *fungarium* di ISPRA per la conservazione e/o per le analisi genetiche è tenuto a osservare gli standard riportati nelle istruzioni ricevute dal *Network* a valle della richiesta di invio al *fungarium* medesimo.

Il contributore, con la consegna volontaria del campione al *fungarium*, è consapevole che lo stesso verrà registrato ai fini della conservazione nel patrimonio di ISPRA e, pertanto, non potrà essere restituito integralmente.

I campioni inviati sono conservati da ISPRA nel locale adibito a *fungarium* che è registrato nell'*Index Herbariorum*.

Nel caso venga richiesta l'analisi genetica del campione, le condizioni di fattibilità e i tempi di esecuzione saranno valutati e definiti dal personale ISPRA preposto e funzionali agli obiettivi istituzionali, all'organizzazione interna e alle richieste ricevute.

Il contributore è consapevole che la struttura di ISPRA preposta alle analisi genetiche non è una struttura di servizio al pubblico.

Le relazioni tra il personale ISPRA e il contributore sono improntate ai principi di reciproca fiducia e leale collaborazione.

Il contributore si astiene dall'effettuare pressioni indebite non interferendo con le attività istituzionali legate alla conservazione dei campioni e allo sviluppo delle analisi genetiche ed evitando di creare o di fruire di situazioni di privilegio.

Il contributore riceverà da ISPRA i risultati delle analisi genetiche solo una volta ultimate tutte le procedure di verifica di affidabilità del dato, in ottemperanza agli *iter* di qualità interni a ISPRA.

Il contributore, una volta ottenuto il risultato delle analisi, in collaborazione con il personale ISPRA, ed eventualmente con il supporto del Comitato scientifico del *Network*, prosegue le indagini scientifiche per effettuare l'identificazione dell'entità fungina, con riferimento alle specie già conosciute, o la descrizione di eventuali specie nuove.

Il contributore è, pertanto, consapevole che la richiesta di analisi genetica implica l'attribuzione coautorale con il personale ISPRA dei prodotti scientifici derivanti dalla collaborazione suddetta.

Nelle pubblicazioni disgiunte riguardanti l'entità fungina esaminata, sia il contributore che ISPRA sono comunque tenuti a indicare correttamente la collaborazione con il *Network* secondo modalità di volta in volta concordate con gli altri autori.

Il dato genetico ottenuto dalle analisi viene pubblicato da ISPRA nelle banche dati genetiche di riferimento solo a seguito di definitiva determinazione del campione a valle del processo di collaborazione scientifica tra contributore e ISPRA. Nel processo di sottomissione il *Network* garantisce ai contributori la co-autorialità del dato genetico.

Il *Network* garantisce al contribuente la proprietà intellettuale e la paternità del ritrovamento di eventuali nuove specie.

Il contribuente è tenuto, pertanto, all'obbligo di riservatezza dei dati genetici ricevuti dal *Network* fino alla pubblicazione nelle banche dati suddette e nel SIF.

La modalità di comunicazione tra il contribuente e il personale ISPRA preposto avviene tramite l'indirizzo di posta elettronica ndm-fungarium@isprambiente.it.

Il contribuente dichiara che non sussistono conflitti di interessi che potrebbero condizionare i risultati conseguiti o le interpretazioni proposte.

