

IL SISTEMA INFORMATIVO FUNGHI: INFRASTRUTTURA NAZIONALE PER LA CONOSCENZA DELLA DIVERSITÀ MICOLOGICA

[Emiliano Canali](#)¹, Luca Campana¹, Stefano De Corso², Chiara D'Angeli¹, Dora Ceralli¹, Nicola Luger¹, Francesca Floccia¹

¹Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), ²Servizio per il sistema informativo nazionale ambientale, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

Abstract: La biodiversità fungina riveste un ruolo funzionalmente essenziale per la stabilità degli ecosistemi terrestri, necessitando di opportuni strumenti informativi per il monitoraggio istituzionale. In tale ambito si colloca il Sistema Informativo Funghi (SIF), infrastruttura nazionale finalizzata alla sistematizzazione, validazione e valorizzazione dei rilievi micologici. Attraverso il SIF, osservazioni di natura eterogenea vengono rielaborate in un quadro conoscitivo strutturato, integrando il patrimonio informativo di enti, associazioni e singoli esperti. Il portale, integrato nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), garantisce l'accessibilità a dati standardizzati e tracciabili, fornendo un supporto fondamentale per la ricerca scientifica, le attività di monitoraggio e le politiche di conservazione del territorio.

Parole chiave: diversità fungina, sistemi informativi, monitoraggio ambientale, dati di biodiversità.

THE FUNGAL INFORMATION SYSTEM: A NATIONAL INFRASTRUCTURE FOR FUNGAL DIVERSITY

[Emiliano Canali](#)¹, Luca Campana¹, Stefano De Corso², Chiara D'Angeli¹, Dora Ceralli¹, Nicola Luger¹, Francesca Floccia¹

¹Department for environmental monitoring and protection and biodiversity conservation, Italian Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA), ²Service for the national environmental information system, Italian Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA)

Abstract: Fungal biodiversity plays an essential role in the functioning of terrestrial ecosystems and requires adequate information tools to support institutional monitoring. In this context, the Fungi Information System (SIF) of ISPRA, integrated into the National Environmental Information System (SINA), is the national information infrastructure dedicated to the collection, organization, and enhancement of mycological data from field activities, historical archives, and reference collections. Through shared standards and a collaborative network of stakeholders, the SIF contributes to building a structured knowledge framework on fungal diversity and supports research, monitoring, and territorial conservation policies.

Keywords: fungal diversity, information systems, environmental monitoring, biodiversity data.

INTRODUZIONE

I funghi costituiscono una delle componenti più ricche e funzionalmente rilevanti della biodiversità terrestre, con un ruolo essenziale nei cicli biogeochimici, nelle relazioni simbiotiche e nei processi di decomposizione della materia organica ([Bahram, 2021](#); [Fang et al., 2023](#); [Treseder e Lennon, 2015](#)).

Tale dimensione sistemica si esprime, per esempio, nella rete micorrizica (*Common Mycorrhizal Network*): una vera e propria infrastruttura ecologica sotterranea formata da una fitta trama di filamenti microscopici (ife). Questa struttura interconnette gli apparati radicali delle piante simbiotiche, creando un canale vivente fondamentale per la redistribuzione di risorse idriche e nutrizionali e per la trasmissione di segnali chimici tra gli individui della comunità vegetale.

In questo contesto, lo studio della diversità fungina, al pari delle comunità vegetali e animali, fornisce informazioni fondamentali per valutare l'integrità e la resilienza degli ecosistemi terrestri. Tuttavia, questo gruppo biologico rimane ancora poco rappresentato negli strumenti e negli obiettivi della conservazione della biodiversità a livello nazionale e internazionale (Minter, 2011).

A livello europeo, la Convenzione di Berna relativa alla [Conservazione della vita selvatica e degli habitat naturali in Europa](#) (Consiglio d'Europa, 1979) e, successivamente, la [Direttiva Habitat 92/43/CEE](#) (Unione Europea, 1992) hanno promosso un approccio integrato alla tutela degli ecosistemi, basato sulla considerazione congiunta delle componenti biotiche e abiotiche. Tale impostazione, di contro, non si è tradotta in un'adeguata rappresentazione della componente fungina, che risulta ancora marginale sia nelle conoscenze disponibili sulle sue interazioni ecologiche, sia negli strumenti operativi della conservazione.

In risposta a questa lacuna, negli ultimi anni sono state promosse diverse iniziative specificamente dedicate alla biodiversità fungina, tra cui la *Global*

Fungal Red List Initiative della [International Union for Conservation of Nature](#) (IUCN, 2025) e l'iniziativa 3F ([Fauna, Flora e Funga](#)) finalizzata al riconoscimento dei funghi come regno biologico distinto. Nonostante questi progressi, il numero di specie fungine incluse nella Lista Rossa della IUCN rimane ancora limitato, a fronte delle migliaia di specie vegetali e animali sottoposte a valutazione secondo i criteri IUCN (Angelini et al., 2022).

I SISTEMI INFORMATIVI A SUPPORTO DELLA GESTIONE DEI DATI FUNGINI

Per colmare il *gap* conoscitivo e operativo, negli anni sono state sviluppate diverse esperienze con l'obiettivo di raccogliere e sistematizzare i dati fungini, evolvendo da semplici database locali a infrastrutture globali interconnesse.

A livello internazionale, portali come [MyCoPortal](#) (*Mycology Collections Data Portal*) e [GlobalFungi](#) rappresentano tra i più rilevanti aggregatori di dati. Il primo raccoglie e omogeneizza rilievi ed esemplari d'erbario provenienti da una rete di enti attivi nel campo della micologia ([Miller e Bates, 2017](#)), mentre il secondo si focalizza sulla raccolta e validazione di dati derivanti da studi di sequenziamento massivo ([Větrovský et al., 2020](#)). Degno di nota è anche [Cybertruffle Robigalia](#), che integra dati da diverse fonti internazionali e, pur non essendo particolarmente aggiornato, rappresenta tuttora una fonte utile di informazioni.

A queste iniziative si affiancano piattaforme basate su *citizen science*, sia dedicate esclusivamente ai funghi, come [Mushroom Observer](#) (Wood, 2008), sia più generaliste, come [GBIF](#), infrastruttura globale per la condivisione di dati sulla biodiversità. Tali strumenti favoriscono la raccolta diffusa di osservazioni, ma pongono al contempo sfide legate alla qualità, alla validazione e all'omogeneità dei dati (Bonney et al., 2014).

In questo contesto si inserisce anche il progetto [FunDive](#) che mira a mappare e monitorare, a scala paneuropea, la biodiversità fungina attraverso

un approccio integrato che combina dati di *citizen science* e contributi provenienti da istituzioni scientifiche ([Mielke et al., 2025](#)). Il progetto promuove la collaborazione tra università, enti nazionali, società micologiche e cittadini, prevedendo l'invio di rilievi e campioni fisici per il sequenziamento e la successiva integrazione dei dati in un'unica piattaforma.

A livello europeo la situazione si presenta molto eterogenea ([Haelewaters et al., 2026](#)). Un recente report del progetto JoNeF ([Floccia et al., 2025](#)) fornisce una panoramica dei sistemi informativi nazionali dedicati alla mappatura dei funghi. I risultati del report evidenziano una situazione eterogenea: se da un lato la maggior parte dei Paesi dispone di almeno una banca dati geografica per l'archiviazione delle osservazioni, dall'altro emerge una marcata carenza di standardizzazione e uniformità nelle procedure di validazione dei dati.

IL SISTEMA INFORMATIVO FUNGHI DI ISPRA

Nel 2020, ISPRA ha promosso l'avvio e lo sviluppo del [Network per lo studio della diversità micologica](#) (Ndm), un progetto volto a costruire una rete nazionale composta da enti di ricerca, università, soggetti pubblici e privati e cittadini esperti impegnati nello studio dei funghi. All'interno del *Network* è stata avviata un'iniziativa di censimento dei macromiceti sul territorio nazionale, con l'obiettivo di raccogliere rilievi in una banca dati nazionale pubblica e di rendere i dati accessibili e fruibili. Parallelamente, presso la sede ISPRA di Ozzano dell'Emilia (Bologna), è stato realizzato il [fungarium](#), una struttura dedicata alla conservazione dei campioni, che consente l'eventuale invio e archiviazione di esemplari associati ai rilievi. Ai fini del censimento, i soggetti aderenti alla rete sono stati coinvolti in un processo strutturato di condivisione delle osservazioni, supportato da strumenti operativi e da regole comuni per l'invio dei dati, sia pregressi sia raccolti ex novo, verso una struttura centrale: il [Sistema Informativo Funghi](#) (SIF).

Il SIF rappresenta quindi un ambiente unico di raccolta e archiviazione strutturata dei rilievi che vengono poi resi accessibili all'interno del [geoportale ISPRA](#), consentendo un utilizzo integrato con tutti i dati messi a disposizione dall'Istituto, in coerenza con i principi di accesso all'informazione ambientale, partecipazione pubblica e trasparenza sanciti dalla [Convenzione di Aarhus](#) e con i principi FAIR per la gestione dei dati scientifici (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) ([Wilkinson et al., 2016](#)).

DAL RILIEVO AL RECORD MICOLOGICO

La grande quantità di osservazioni che alimenta il SIF rappresenta una mole ingente di informazione che deve essere adeguatamente strutturata e gestita per poter essere utilizzata. A tale scopo, il processo di invio e gestione è stato sistematizzato mediante la definizione di un flusso di lavoro strutturato e di procedure standardizzate che, attraverso l'utilizzo di una struttura dati comune per la raccolta, consentono di ridurre le ambiguità e permettono la confrontabilità dei dati.

Il sistema accetta sia osservazioni effettuate direttamente sul campo, sia dati provenienti da archivi precedenti alla costituzione del *Network*, integrando così fonti attuali con raccolte private o di associazioni micologiche, collezioni di erbari e fungaria pubblici e rilievi da fonti bibliografiche.

L'invio dei rilievi avviene utilizzando [Survey123 for ArcGIS](#), uno strumento gratuito sviluppato da ESRI per la raccolta di dati georeferenziati. All'interno dell'applicazione, attraverso un modulo di rilevamento appositamente configurato, il rilevatore viene guidato nell'inserimento delle informazioni che andranno a comporre il dato micologico attraverso una serie di campi, a testo libero o a scelta multipla. In dettaglio, le informazioni da fornire riguardano:

- l'identificazione del contribuente e del rilevatore: all'atto dell'iscrizione al *Network* a ogni soggetto (denominato contribuente del *Network*) viene affidato un identificativo univoco

che va riportato nella scheda rilievo. Inoltre, qualora l'identificazione del fungo sia stata effettuata da uno specialista diverso dal contribuente, il nominativo del determinatore può essere indicato in un apposito campo;

- la localizzazione del rilievo: se il rilievo viene effettuato in campo utilizzando l'applicazione installata su un dispositivo mobile, il punto esatto viene determinato in automatico dal GPS; se invece si utilizza un PC per l'invio asincrono (come nel caso dei rilievi di archivio), la posizione può essere indicata su mappa. In quest'ultimo caso è possibile specificare un valore di accuratezza (dai 10 ai 1000 metri) che indica il margine di errore nella determinazione della posizione;
- la specie determinata e il numero di individui: identificazione della specie e conteggio degli esemplari osservati nell'intorno del ritrovamento;
- il substrato di rinvenimento: questa informazione è strutturata su più campi che, una volta individuata la tipologia di substrato (legno, terreno, foglie, ecc.), consentono di caratterizzare ulteriormente la natura specifica (es. legno di pianta morta, ceppaia, ecc.);
- la caratterizzazione dell'habitat: l'identificazione viene effettuata attraverso tre livelli che forniscono una classificazione di tipo gerarchico. Il primo livello, più generico, permette la caratterizzazione a livello di ecosistema, mentre il secondo e il terzo scendono in dettaglio arrivando a distinguere formazioni specifiche ([Girometta et al., 2023](#));
- la presenza di un campione fisico: il contribuente può indicare la volontà di associare al rilievo digitale anche un campione fisico del fungo, destinato alla conservazione nel *fungarium*.

Il rilievo così costruito e inviato al SIF rappresenta una prima forma organizzata di informazioni che può essere definita dato micologico. Da qui, una volta acquisito dal sistema, il dato viene sottopo-

sto a una serie di passaggi e rielaborato secondo standard condivisi, per arrivare a costruire un insieme organizzato e integrato, denominato record micologico. Da un punto di vista concettuale, il passaggio da dato micologico a record micologico rende l'informazione all'interno del SIF di tipo dinamico; un rilievo non entra nel sistema come un record definitivo, ma attraversa una serie di fasi di elaborazione e verifica. Ciascuna di queste fasi è gestita singolarmente: il dato entra in uno stato specifico, viene sottoposto a un'azione di elaborazione (automatica o guidata da un operatore) ed esce in uno stato successivo che ne abilita il passaggio alla fase seguente.

Il sistema è costruito per rispondere alla natura dinamica del dato. Di seguito verrà descritto il ciclo di vita, dapprima dal punto di vista logico e operativo, evidenziando le fasi, le azioni di elaborazione e gli stati del dato, e successivamente dal punto di vista strutturale e applicativo, illustrando l'architettura del sistema e del database, la compilazione dei campi nel corso del processo e le applicazioni di gestione.

Il ciclo di vita del dato e la transizione degli stati

Il flusso logico e operativo si articola in sei fasi principali sequenziali (Figura 1):

- fase 1 – Compilazione: Il processo ha inizio con l'inserimento da parte del contribuente che compila e invia il rilievo utilizzando l'applicazione *Survey123 for ArcGIS*;
- fase 2 – Acquisizione, controllo e smistamento: Il dato micologico fa il suo ingresso nel sistema assumendo lo stato di "Dato grezzo". Da qui avviene una prima elaborazione associando automaticamente al rilievo la quota, il Comune in cui è localizzato e, se si trova in un'area protetta o in un'area facente parte della rete Natura 2000, il nome del Sito. Inoltre, viene verificato se il contribuente abbia indicato l'intenzione di inviare un campione fisico destinato al *fungarium*. A questo punto il percorso si biforca: se è presente un campione, il

dato esce dalla fase assumendo lo stato di “In carico al *fungarium*” (fase 3); se si tratta di una sola segnalazione digitale, transita direttamente allo stato di “Attesa verifica nomenclatura” (fase 4);

- fase 3 - Gestione *fungarium*: Questa fase elabora esclusivamente i record con stato “In carico al *fungarium*”. Il personale ISPRA prende in consegna l'esemplare fisico, ne registra la collocazione e assegna il codice identificativo all'interno della collezione. Terminata l'operazione, il dato viene promosso allo stato di “Attesa verifica nomenclatura”;
- fase 4 - Verifica nomenclatura: i dati che entrano con stato “Attesa verifica nomenclatura” vengono sottoposti a un controllo formale del nome scientifico indicato dal rilevatore, normalizzandolo e raccordandolo allo standard ufficiale *Index Fungorum*. Completata questa validazione, il dato esce assumendo lo stato di “Attesa verifica habitat”;
- fase 5 - Verifica habitat: il dato in “Attesa verifica habitat”, viene controllato traducendo l'ambiente descritto dal rilevatore nelle codifiche standard europee EUNIS e Natura 2000. Viene inoltre verificata la posizione geografica del rilievo. Con il superamento di questo controllo, il record acquisisce lo stato di “Dato verificato”;

- fase 6 - Pubblicazione: Nell'ultima fase, il sistema prende in carico il “Dato verificato”, lo consolida definitivamente come record micologico completo e lo abilita per la visualizzazione cartografica pubblica. L'informazione raggiunge così il suo stato finale di “Dato pubblicato”.

Architettura del sistema e applicazioni a supporto

L'infrastruttura tecnologica del SIF è stata progettata per riflettere e supportare fedelmente la transizione degli stati e le azioni descritte nel ciclo di vita del dato. Il sistema abbandona la logica dei vecchi applicativi isolati a favore di un'architettura a micro-servizi integrata nel Geoportale ISPRA, capace di far cooperare database geografici, interfacce di *data-entry* e applicazioni web specializzate.

La cooperazione tra le applicazioni (Figura 2) avviene seguendo la mappatura del ciclo di vita del dato:

- *Survey123 for ArcGIS*: È lo strumento mobile e web dedicato alla fase 1. Fornisce al micologo un'interfaccia standardizzata e controllata (con menù a tendina e vincoli di compilazione) per minimizzare gli errori in fase di *input* e generare il “Dato grezzo”.

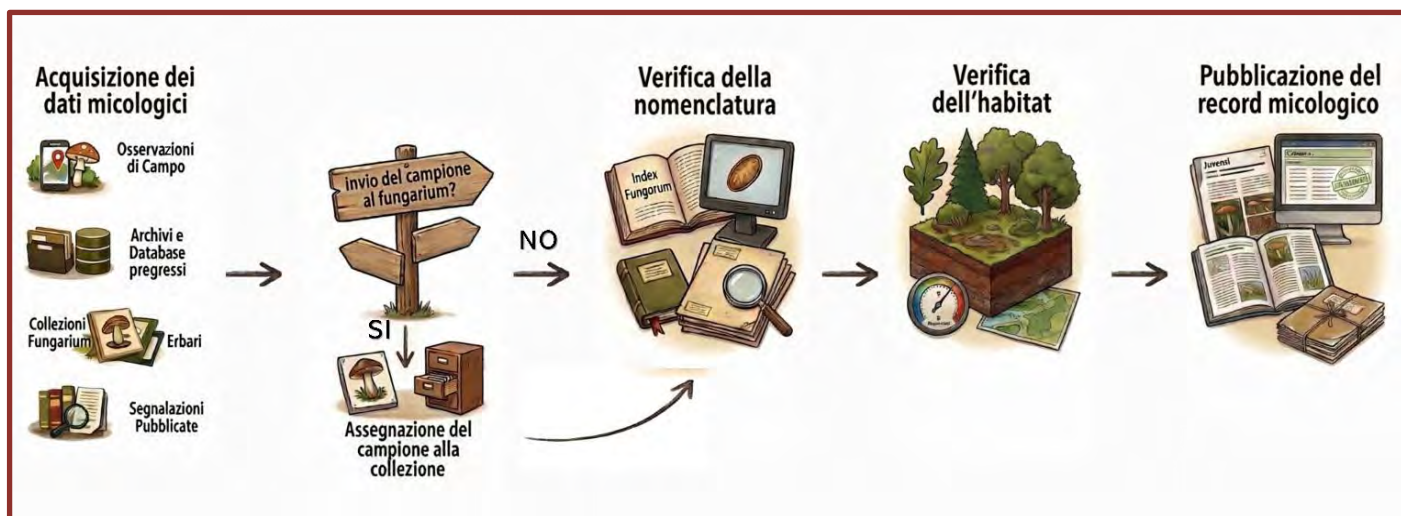


Figura 1. Ciclo di vita del dato nel Sistema Informativo Funghi (SIF) e principali fasi di trasformazione del rilievo in record micologico (fonte: elaborazione degli Autori).

- Applicazioni Web di Validazione: La gestione interna delle fasi da 2 a 5 avviene attraverso tre specifiche Web App sviluppate all'interno del Geoportale ISPRA ad uso esclusivo degli amministratori e degli esperti: l'App Gestione *Fungarium*, l'App Verifica Nomenclatura e l'App Verifica Habitat. Ognuna di queste applicazioni agisce come un'interfaccia specializzata su un sottoinsieme del database PostgreSQL, consentendo di eseguire le azioni di controllo e promuovere il dato allo stato successivo.
- Visualizzatore Geografico Pubblico: È il modulo deputato alla fase 6. L'applicazione interroga il database PostgreSQL tramite un filtro di sicurezza che rende accessibili esclusivamente i record che possiedono lo stato logico di "Dato pubblicato", mostrandoli sulla mappa ufficiale del Geoportale, unitamente alle informazioni presenti in alcuni campi del database.

A completamento dell'architettura tecnica vi è il database relazionale PostgreSQL, che rappresenta il nucleo del sistema e contiene la totalità dei campi che compongono sia il dato che il record micologico. Analogamente a quanto fatto per la struttura concettuale, anche per la componente strettamente tecnica può essere individuata una dimensione temporale. La Figura 3 mostra tutti i campi della tabella dei rilievi, riportando la fase in cui il campo viene valorizzato o modificato e l'applicazione utilizzata. Per l'ultima fase di pubblicazione vengono invece evidenziati i campi esposti nel visualizzatore geografico, ossia le informazioni sul rilievo visibili al pubblico.

Un elemento caratterizzante del SIF è la gestione del dato all'interno di un unico ambiente. Attraverso applicazioni web che accedono online alla banca dati, il dato rimane sempre all'interno del sistema e ogni azione risulta tracciabile e codificata, garantendo la traspa-

renza dell'intero processo e il controllo di ogni passaggio.

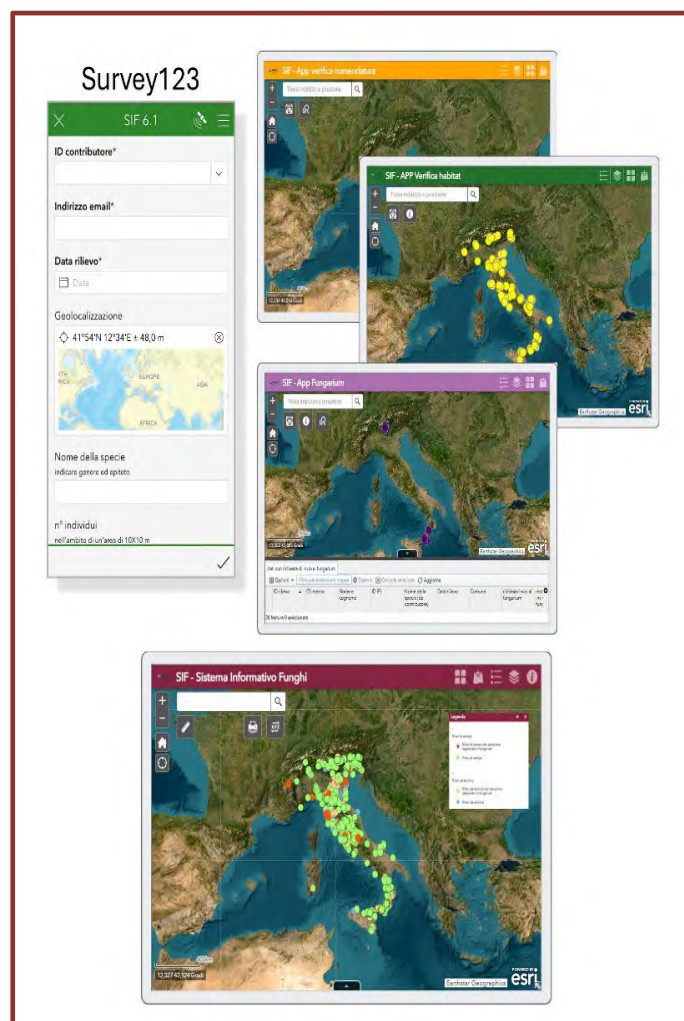


Figura 2. Architettura applicativa del Sistema Informativo Funghi (SIF). Le applicazioni supportano le diverse fasi di gestione del dato micologico, dall'acquisizione del rilievo alla verifica nomenclaturale, alla verifica dell'habitat, alla gestione del fungarium e alla consultazione pubblica dei dati (fonte: elaborazione degli Autori).

RISULTATI

Ad aprile 2026 risultano pubblicati 7.340 rilievi complessivi, riferiti a 1.301 specie uniche. Tra questi, circa il 75% dei dati sono relativi a osservazioni sul campo, mentre il restante proviene dalla digitalizzazione di dati di archivio, in cui sono compresi interi erbari donati da contribuenti.

Campo	Descrizione	Fase / Applicazione					
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
		Survey123	App Verifica nomenclatura	App Gestione Fungarium	App Verifica nomenclatura	App Verifica habitat	Visualizzatore Geografico Pubblico
ID rilievo	Codice identificativo univoco del rilievo, generato in automatico all'ingresso nel SIF						
Data rilievo	Data del rilievo						
ID contributore*	Codice identificativo assegnato al contributore all'iscrizione al Network per la diversità micologica						
Contributore	Nome e cognome del contributore (visualizzato solo se si concede la liberatoria)						
ID survey	Identificativo del rilievo generato automaticamente nell'app Survey123						
Tipo rilievo	Tipologia del rilievo (di campo/da archivio)						
Accuratezza della posizione	Accuratezza della posizione						
Comune							
Specie (da contributore)*	Nome scientifico (genere ed epiteto) inserito dal rilevatore						
Numero individui							
Determinatore	Nome e cognome del rilevatore (qualora diverso da contributore)						
Bibliografia							
Richiesta invio fungarium							
Accettazione campione							
Rifiuto campione	Motivazione in caso di mancata accettazione del campione inviato al fungarium						
Specie (nomenclatura validata)	Nome scientifico normalizzato e ricondotto allo standard Index Fungorum						
Data verifica Index Fungorum							
Substrato	Tipologia di substrato						
Tipo legno	Da compilare solo se viene selezionato «legno» nel campo «substrato»						
Specie vegetale ospite	Da compilare solo se viene selezionato «legno» nel campo «substrato»						
Tipo escremento	Da compilare solo se viene selezionato «escrementi» nel campo «substrato»						
Specie minacciata Red List IUCN	Specie minacciata secondo Global Fungal Red List IUCN (SI/NO)						
Categoria di rischio Red List IUCN	Categoria di rischio secondo Global Fungal Red List IUCN						
Specie minacciata Lista Rossa Flora ITA	Specie minacciata secondo Lista Rossa della Flora Italiana (Rossi et al. 2013) (SI/NO)						
Categoria di rischio Lista Rossa Flora ITA	Categoria di rischio secondo Lista Rossa della Flora Italiana (Rossi et al. 2013)						
Habitat (livello I)*	Habitat individuato dal rilevatore (livello I)						
Habitat (livello II)*	Habitat individuato dal rilevatore (livello II)						
Habitat (livello III)	Habitat individuato dal rilevatore (livello III)						
Specie vegetali dominanti							
Specie vegetali codominanti							
Habitat (EUNIS 2012)	Traduzione della tipologia di habitat nella codifica EUNIS						
Habitat (EUNIS revisione 2021)	Traduzione della tipologia di habitat nella codifica EUNIS (revisione 2021)						
Quota							
Area protetta (EUAP)	Nome dell'area protette in cui eventualmente ricade il rilievo						
SIC/ZSC	Nome del SIC/ZSC in cui eventualmente ricade il rilievo						
ZPS	Nome della ZPS in cui eventualmente ricade il rilievo						
Habitat Natura 2000	Traduzione della tipologia di habitat nella codifica Natura 2000						
Habitat Prioritario	Indicazione se l'habitat Natura 2000 corrispondente è indicato come prioritario						
Note survey							
ID IFI	Codice identificativo univoco del campione, assegnato in automatico al momento dell'accettazione nel fungarium ISPRA						
Protocollo	Protocollo ISPRA assegnato al campione o al gruppo di campioni al momento della ricezione nella struttura ISPRA						
Data Protocollo							
Armadio - Scaffale	Collocazione del campione nel fungarium (armadio e scaffale)						
Scatola	Collocazione del campione nel fungarium (scatola)						
Stato campione	Stato del campione (presente in collezione/non presente)						
Stato del rilievo	Stato del dato che ne individua la fase lungo il ciclo di vita						

Figura 3. Schema temporale dell'evoluzione dei campi del database lungo il ciclo di vita del dato. Gli asterischi (*) indicano campi obbligatori (fonte: elaborazione degli Autori).

La Figura 4 mostra la copertura dei rilievi sul territorio, evidenziandone la provenienza (di campo o di archivio) e l'eventuale presenza di un campione depositato nel *fungarium*.

Come risulta chiaro dalla mappa i rilievi coprono quasi tutto il territorio nazionale, ad eccezione della Valle d'Aosta e del Molise. La distribuzione è fortemente disomogenea ed evidenzia una forte concentrazione nel Lazio e in Umbria, in cui sono

localizzate più della metà delle osservazioni; un numero elevato di rilievi si trova anche in Emilia-Romagna, dove però il dato è influenzato dalla donazione di due erbari completi da parte di due contributori, il che comporta una forte incidenza dei rilievi di archivio, che superano il 50% del totale.

Nel SIF sono inoltre presenti 10 delle 13 specie fungine incluse nella Lista Rossa della Flora Ita-



Figura 4. Distribuzione dei rilievi pubblicati nel Sistema Informativo Funghi (SIF) sul territorio nazionale. La mappa evidenzia la provenienza del dato (rilievi di campo e dati di archivio) e l'eventuale presenza di campioni conservati presso il fungarium di ISPRA (fonte: elaborazione degli Autori).

liana (Rossi et al., 2013), appartenenti a diverse categorie di rischio e numerose specie presenti nella *Global Fungal Red List della IUCN*, tra cui specie appartenenti alle categorie di minaccia *Vulnerable* (VU) ed *Endangered* (EN).

Nonostante questi dati preliminari siano incoraggianti, il volume e la distribuzione spaziale delle osservazioni e delle specie censite risentono della recente attivazione del progetto. Considerando infatti che l'attività di rilievo è basata su una rete di volontari e priva di un disegno campionario predefinito, la copertura dei dati è fortemente influenzata dal numero di rilevatori, dalla loro costanza nelle segnalazioni e dalle aree monitorate. Sarà pertanto necessario raccogliere una massa

critica di dati per attenuare queste variabili, elaborare un'analisi statistica robusta e mappare fedelmente la reale biodiversità fungina italiana.

IL VALORE DELLA RETE

Il SIF si fonda su un modello collaborativo basato sul coinvolgimento di una rete di soggetti operanti nel campo della micologia, tra cui micologi, associazioni e gruppi micologici, università e musei. Questo approccio consente di valorizzare competenze diffuse sul territorio e di rafforzare la qualità complessiva del sistema.

L'inserimento dei dati è riservato ai soggetti aderenti alla rete e regolarmente registrati al *Network Ndm*, quale requisito per l'accesso al sistema.

Questa scelta, se da un lato limita il numero di osservazioni inviate, dall'altro permette di garantire un certo livello di affidabilità del dato. La correttezza nell'identificazione delle specie fungine è infatti uno degli aspetti cruciali nei progetti di *citizen* e *open science* (Sulc et al., 2020) e viene affrontata in vari modi, dalla necessità di metadati affidabili e di conferme nell'identificazione da parte della comunità, come nel caso di *INaturalist*, all'assegnazione di punteggi di affidabilità basati su una serie di parametri, come nel caso del *Danish Fungal Atlas* (Heilmann-Clausen et al., 2019). Nel SIF, l'affidabilità del dato viene garantita agendo a monte del processo: la sottomissione delle osservazioni è consentita solo a utenti esperti (micologi certificati o professionisti con curriculum verificato dal comitato scientifico) e il sistema nella fase di verifica nomenclatura effettua solo un controllo formale sul nome scientifico indicato dal rilevatore, finalizzato alla sua validazione e normalizzazione secondo lo standard nomenclaturale adottato, *Index Fungorum*.

In questo contesto, un ruolo rilevante è svolto dalla struttura dedicata alla conservazione dei campioni fungini di riferimento, il *fungarium* di ISPRA, che consente di collegare i dati digitali ai materiali fisici, permettendo ulteriori *step* di

verifica nel tempo e contribuendo all'affidabilità e alla solidità scientifica del sistema.

CONCLUSIONI

L'integrazione dei dati micologici nei quadri conoscitivi ambientali più ampi consente di valutare in modo più completo il funzionamento degli ecosistemi e i servizi ecosistemici ad essi associati. In questo contesto i programmi di censimento e mappatura forniscono una fonte informativa fondamentale che mette in luce l'importanza della raccolta sistematica e della georeferenziazione dei dati ([Venturella, 2009](#)), che però necessita di adeguati strumenti di gestione.

A tale scopo una base dati strutturata, omogenea e validata diventa necessaria sia a livello nazionale che europeo.

Negli ultimi anni sono state sviluppate numerose iniziative e progetti con l'obiettivo di integrare e armonizzare i dati relativi alle osservazioni fungine ([Haelewaters et al., 2026](#)). Nonostante ciò, un'ingente quantità di dati, provenienti soprattutto da associazioni micologiche e singoli cittadini, rimane frammentata e dispersa in archivi individuali, spesso non accessibili al pubblico.

In questo contesto, gli enti nazionali preposti alla salvaguardia ambientale sono chiamati a svolgere un ruolo di primo piano, ponendosi come nodi di riferimento per la raccolta, la gestione e la diffusione dei dati, a beneficio della comunità scientifica e della società.

A livello nazionale il *Network* per lo studio della diversità micologica di ISPRA si pone come nodo centrale di una rete costituita da associazioni e cittadini esperti operanti sul suolo nazionale e il SIF come uno strumento fondamentale che garantisce l'accesso ad una mole informativa strutturata utilizzabile per diverse finalità, sia scientifiche che decisionali. In ambito scientifico i dati raccolti sono utilizzabili a supporto di studi sulla distribuzione delle specie e sulle relazioni tra diversità micologica e contesti ambientali, mentre sul piano istituzionale, il sistema fornisce un supporto conosciti-

vo per le attività di monitoraggio della biodiversità e può contribuire alla definizione di strategie di conservazione e di pianificazione territoriale.

Il SIF rappresenta così un tassello strutturale del quadro conoscitivo nazionale sulla biodiversità fungina. Integrato nel [Sistema Informativo Nazionale Ambientale](#) (SINA) e orientato alla produzione di dati affidabili e tracciabili, esso contribuisce a rendere sistematica e condivisa una conoscenza finora frammentata, rafforzando la capacità istituzionale di analisi e di supporto alle decisioni in materia di tutela e gestione degli ecosistemi.

Il sistema inoltre è concepito come uno strumento in evoluzione continua; in questo contesto le prospettive future si concentrano sull'integrazione nella banca dati della componente genetica, oggi sempre più rilevante nello studio della biodiversità fungina, e sull'interoperabilità con altri sistemi informativi con una possibile ristrutturazione del record micologico in un'ottica di integrazione con lo standard Darwin Core.

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare i micologi e tutti i soggetti aderenti alla rete che, con il loro contributo, sostengono e arricchiscono il Sistema Informativo Funghi.

BIBLIOGRAFIA

Angelini P., Arcangeli A., Floccia F., Padula R., 2022. [La biodiversità micologica e la sua conoscenza. Funghi tra innovazione e tradizione](#). ISPRA, Quaderni "Natura e biodiversità", n. 18/2022.

Bahram M., 2021. [Fungi as mediators linking organisms and ecosystems](#). FEMS Microbiol. Rev., 46(2): fuab058.

Bonney R., Shirk J.L., Phillips T.B., 2014. [Next steps for citizen science](#). Science, 343(6178): 1436–1437.

Consiglio d'Europa, 1979. [*Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*](#) (European Treaty Series No. 104). Bern.

Fang W., Devkotat S., Arunachalam K., Phyo M., Shakya B., 2023. [*Systematic review of fungi, their diversity and role in ecosystem services*](#). Heliyon, 9.

Floccia F., Genta D., Ramshaj Q., Canali E., D'Angeli C., De Andreis L., Luger N., Hoekstra P., Mifsud S., Santos e Silva C., Rusevska K., Kisé Fodor L., Kałucka I. L., Topalidou E., Madesis P., Rathore D. S., 2025. [*Bridging the Gaps: Fungal Information Systems across Europe. Mapping national fungal databases and their integration potential. JoNeF Report 2025*](#). IMPEL – European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law.

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, ISPRA, Roma.

Haelewaters D., Aghayeva, D., de-Miguel, S. et al., 2026. [*Mapping the landscape of mycological organizations in Europe: where citizen science meets professional mycology*](#). Biodivers. Conserv., 35: 37.

Heilmann-Clausen J., Henrik Bruun H., Ejrnæs R., Guldberg Frøslev T., Læssøe T., Petersen J.H., 2019. [*How citizen science boosted primary knowledge on fungal biodiversity in Denmark*](#). Biol. Conserv., 237: 366-372.

IUCN, 2025. [*The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1*](#).

Mielke L., Haelewaters D., de-Miguel S., Fachada V., Gross A., Kauserud H., Krah F.S., Niskanen T., Nuytinck J., Pícek L., Pöldmaa K., Richard F., Richter F., Rinaldi A.C., Tischer M., Vizzini A., Pawłowska J., Heilmann-Clausen J., 2025. [*Join FunDive and help mycologists gain a deeper un-*](#)

[*derstanding of fungal diversity in Europe!*](#) Field Mycol., 26(3): 90–98.

Miller A.N., Bates S.T., 2017. [*The Mycology Collections Portal \(MyCoPortal\)*](#). IMA Fungus, 8: A65–A66.

Minter D.W., 2011. *The lack of fungi in conservation policy*. Mycol. Res., 115(6): 621–622.

Rossi G., Montagnani C., Gargano D., 2013. [*Lista Rossa della Flora Italiana. Policy Species e altre specie minacciate*](#). Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente, Roma.

Sulc M., Pícek L., Matas J., Jeppesen T., Heilmann-Clausen J., 2020. [*Fungi recognition: A practical use case*](#). pp. 2316-2324. In: Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision.

Treseder K.K., Lennon J.T., 2015. [*Fungal traits that drive ecosystem dynamics on land*](#). Microbiol. Mol. Biol. Rev., 79(2): 243–262.

Unione Europea, 1992. [*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, \(Direttiva Habitat\)*](#). GUCE n.206 del 22 luglio 1992.

Venturella G., 2009. [*Recording and mapping the Mediterranean mycota: the case of Sicily*](#). PHYTOLOGIA BALCANICA 15(3): 299–304 Sofia.

Větrovský T., Morais D., Kohout P., 2020. [*GlobalFungi, a global database of fungal occurrences from high-throughput sequencing metabarcoding studies*](#). Sci. Data, 7: 228.

Wilkinson M.D., Dumontier M., Aalbersberg I.J., 2016. [*The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship*](#). Sci. Data, 3: 160018.

Wood M., 2008. [*WebWatch: Observing Mushrooms*](#). Fungi Magazine, 1(2).