



FRESH LIFE

LIFE14 ENV/IT/000414

Demonstrating remote sensing integration
in sustainable forest management

Layman's report

PROBLEMA AMBIENTALE e SOLUZIONE PROPOSTA

PROBLEMA

Il **cambiamento climatico** è un problema senza precedenti, con importanti conseguenze sulla funzionalità ecologica degli ecosistemi forestali e sulle utilità ecosistemiche che essi forniscono. È una situazione complessa che **aumenta la difficoltà di effettuare previsioni sulle dinamiche forestali** e rende necessario un approccio quanto più possibile adattativo nelle scelte gestionali future.

In tale contesto, **si rendono sempre più necessari strumenti di rilievo e di analisi** che permettano ai gestori forestali di comprendere le condizioni attuali delle risorse forestali.

SOLUZIONE

Al fine di monitorare l'efficacia della gestione forestale attraverso **indicatori** consolidati di Gestione Forestale Sostenibile, i **sistemi informativi geografici** e il **telerilevamento** costituiscono strumenti utili in tale scenario per supportare le scelte gestionali.

Il progetto FRESH LIFE ha voluto dimostrare **l'efficacia di tali metodologie innovative** per l'integrazione dei dati raccolti tramite metodi classici di inventariazione a terra con informazioni telerilevate per la stima spaziale, a scala aziendale, di alcuni indicatori di Gestione Forestale Sostenibile. Oggi questo approccio viene definito Precision Forestry.

ENVIRONMENTAL PROBLEM AND PROPOSED SOLUTION

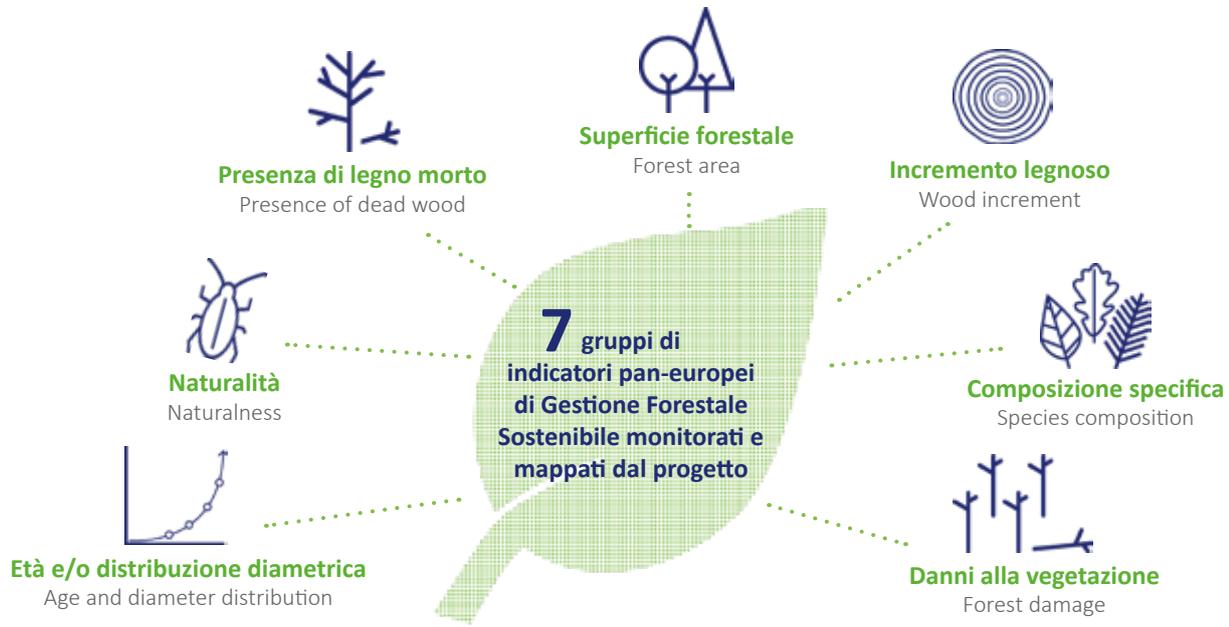
PROBLEM TARGETED

Climate change is an unprecedented challenge and significantly impacts the functioning of forest ecosystems and the services they provide. The complex nature of climate change increases the uncertainty associated with predicting future forest ecosystem dynamics and requires an adaptive management approach.

Therefore, forest managers need monitoring and analysis tools to assess the current conditions of forest resources.

SOLUTION PROPOSED

Geographic information systems (GIS) and remote sensing are useful tools to quantify sustainable forest management (SFM) indicators to support forest managers. The objective of the FRESH LIFE project was to demonstrate the effectiveness of these tools to integrate forest inventory data collected in the field with remote sensing information to produce spatial estimates of SFM indicators at local scale.



I 7 gruppi di indicatori indagati sono **coerenti e integrabili con i sistemi informativi forestali della Commissione Europea: l'European Forest Data Centre (EFDAC) e il Forest Information System for Europe (FISE)**

The 7 groups of studied indicators are harmonized and integrable with the forest information systems of the European Commission: the European Forest Data Center (EFDAC) and the Forest Information System for Europe (FISE).



PARTNERSHIP e AREE DIMOSTRATIVE

Con il coordinamento dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali il progetto è stato sviluppato da una partnership che comprende Università, amministrazioni territoriali e soggetti privati, garantendo così l'**interazione tra il settore della ricerca e coloro che attuano la gestione** lavorando operativamente in bosco.

Le 3 aree dimostrative del progetto sono ubicate in Toscana, Lazio e Molise:

Complesso Forestale di Rincine (FI)

L'area, estesa **275 ha**, è caratterizzata da querceti misti, boschi di castagno, faggete e rimboschimenti di conifere, situazione tipo di molti ecosistemi forestali dell'Appennino centrale. Realtà nota per la sua gestione attiva e sostenibile, è inclusa all'interno della Rete Internazionale delle Foreste Modello.

Caprarola, Riserva Naturale Lago di Vico (VT)

L'area è ubicata nel territorio del Comune di Caprarola (VT), nel versante sud dei Monti Cimini, a est del lago di Vico.

L'area, ampia **240 ha**, conserva un mosaico di habitat ecologicamente diversi, dominati da boschi mesofili a prevalenza di faggio e cerro, con castagni, aceri e altre latifoglie.

Bosco Pennataro Riserva MAB Montedimezzo (IS)

L'area, che copre una superficie di **277 ha**, è caratterizzata da boschi misti a dominanza di cerro e faggio e recentemente è stata riconosciuta come "core area" della riserva Man and Biosphere "Collemeluccio-Montedimezzo Alto Molise" per il suo alto valore naturalistico.

PARTNERSHIP AND DEMONSTRATION SITES

Under the coordination of the Italian Academy of Forest Sciences a partnership was created including Universities, local managers and private companies, in order to ensure the interaction between the research world and the daily work of local stakeholders.

The 3 demonstration sites are located in Tuscany, Lazio and Molise:

Forest Complex of Rincine (FI)

The site, which has an area of 275 ha and is characterized by mixed oak, chestnut, and beech stands, as well as coniferous reforestations, is representative of the forest ecosystems typically found in the central Apennines. Due to its long-established tradition of sustainable management practices, the site was included in the International Model Forest Network.

Caprarola, Regional Nature Reserve of Lago di Vico (VT)

The site is located within the administrative boundary of the Municipality of Caprarola, on the southern face of the Cimini Mountains, east of Lake Vico. It covers 240 ha and is characterized by a mosaic of ecologically distinct habitats dominated by mesophilous woods where beech and Turkey oak are the most abundant trees, followed by chestnut, maple, and other broad-leaved species.

Bosco Pennataro, MAB Reserve of Montedimezzo (IS)

The site, that covers an area of 277 ha and is characterized by mixed forests, with a prevalence of Turkey oak and beech, was recently identified as a core area of the "Collemeluccio-Montedimezzo Alto Molise" Man and Biosphere Reserve for its high naturalistic value.



Coordinatore | Coordinator

- Accademia Italiana di Scienze Forestali



Partner scientifici | Scientific Partners

- Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali
- Università degli Studi della Tuscia - Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi Biologici Agroalimentari e Forestali (che si avvale anche della collaborazione con il CREA Foreste e Legno di Arezzo)
- Università degli Studi del Molise - Dipartimento di Bioscienze e Territorio



Partner territoriali | Territorial partners

- Regione Molise
- Comune di Caprarola (Lazio)
- Unione di Comuni Valdarno e Valdisieve (Toscana)



Partner tecnici | Technical partners

- Oben S.r.l.
- Studio DEMETRA



800 ha
di aree forestali monitorate
of monitored forest areas



DRONI e SENSORI

Nell'ambito del progetto FRESH LIFE sono stati utilizzati due SAPR (Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto), meglio conosciuti come droni: un ottocottero e un SAPR ad ala fissa. Questi due strumenti sono stati equipaggiati con differenti sensori, adatti ciascuno a restituire dati utili per rispondere a particolari esigenze:

OTTOCOTTERO

Principali caratteristiche:

- **Modello:** sviluppato da Oben S.r.l.
- **Diametro:** 1,8 m
- **Peso complessivo:** 15 kg
- **Autonomia di volo:** 20 minuti
- **Produttività:** tra 20 e 50 ha al giorno in funzione dell'accessibilità e dell'orografia dell'area di interesse
- **Equipaggiamento:** sensore LiDAR Yellowscan ultraleggero che permette di ottenere nuvole di punti con una densità di circa 50 punti per m²

ALA FISSA

Principali caratteristiche:

- **Modello:** eBee Ag della ditta senseFly nato per applicazioni fotogrammetriche
- **Apertura alare:** 98 cm
- **Peso complessivo:** 700 g
- **Autonomia di volo:** 45 minuti
- **Produttività:** circa 60 ha di superficie con un singolo volo
- **Equipaggiamento:** fotocamera con sensori RGB (spettro del visibile) e NIR (infrarosso vicino) in grado di acquisire immagini multispettrali ad altissima definizione

DRONES AND SENSORS

In the FRESH LIFE project two RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems), better known as drones, were used: an octocopter and a fixed wing. The drones have been equipped with different sensors in order to acquire data needed for different applications:

OCTOCOPTER

Main features:

- **Model:** made by Oben s.r.l.
- **Diameter:** 1.8 m
- **Total weight:** 15 kg
- **Flight range:** 20 minutes
- **Productivity:** from 20 to 50 ha in a day depending on the orography and accessibility of the study area
- **Equipment:** ultralight Yellowscan LiDAR sensor that allows to obtain point clouds with a density of 50 points/m²

FIXED WING

Main features:

- **Model:** eBee Ag by senseFly specifically developed for photogrammetric applications
- **Wingspan:** 98 cm
- **Weights:** 700 g
- **Flight range:** 45 minutes
- **Productivity:** over 60 ha with a single flight
- **Equipment:** camera with RGB and NIR (near infrared) sensors capable of acquiring high definition multispectral images

2 tipologie di SAPR utilizzati nel progetto

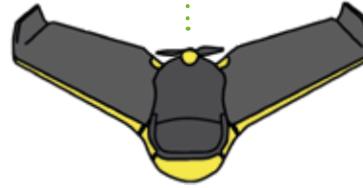
2 types of RPAS used in the project



Ottocottero

equipaggiato con sensore LiDAR
Octocopter equipped with LiDAR sensor

Nuvole di punti LiDAR
(50 punti per m²)
LiDAR point clouds
(50 points/m²)



SAPR ad ala fissa

equipaggiato con fotocamera con
sensori RGB e NIR
Fixed wing RPAS equipped with
RGB and NIR camera

Immagini multispettrali
ad alta risoluzione
High definition
multispectral images

NIR
infrarosso vicino
Near Infrared

RGB
spettro del visibile
visible range



FASE 1: ACQUISIZIONE DATI

Si è provveduto inizialmente ad acquisire una serie di **dati già disponibili** presso i partner beneficiari: dati inventariali, piani di gestione forestale con i rispettivi allegati cartografici e dati ausiliari.

Si è poi passati all'acquisizione di **nuovi dati inventariali**. In ciascuna area sono stati effettuati rilievi a terra su 50 aree di saggio misurando direttamente le principali caratteristiche delle piante vive e morte presenti.

Infine, si è passati all'acquisizione di nuovi dati telerilevati grazie ai due droni e ai sensori a disposizione.

DATI LiDAR

I dati LiDAR acquisiti con **ottocottero** hanno permesso di ottenere:

- una nuvola di punti densa (con una media di 70-120 punti/m²)
- modello digitale del terreno (DTM) con una risoluzione spaziale di 50 cm
- un modello digitale della superficie (DSM) con una risoluzione spaziale di 25-50 cm
- un modello digitale delle chiome (CHM) con una risoluzione spaziale di 50 cm

DATI MULTISPETTRALI

I dati multispettrali derivati dalle immagini acquisite con il **drone ad ala fissa eBee**, anche tramite tecniche fotogrammetriche, hanno permesso di ottenere:

- 2 nuvole di punti dense (RGB e NIR) con una media di 20-40 punti/m²
- 2 modelli digitali della superficie (DSM) con 50 cm di risoluzione
- 2 ortofoto (RGB e NIR) con una risoluzione di 10 cm

PHASES 1: DATA ACQUISITION

Initially all the data already available from local partners was acquired: inventory data, management plan with their maps and auxiliary data.

Then new inventory data were acquired. In each site field surveys were carried out on 50 plots where all the main features of living and death trees were acquired.

Finally, we acquired new remote sensing data with the drones and sensors available.

LiDAR DATA

LiDAR data acquired by the octocopter allowed to elaborate:

- Dense points cloud with an average of 70-120 points/m²
- Digital Terrain Model (DTM) with spatial resolution of 50 cm
- Digital Surface Model (DSM) with spatial resolution of 25-50 cm
- Canopy Height Model (CHM) with spatial resolution of 50 cm

MULTISPECTRAL DATA

Multispectral images acquired by the fixed wing drone eBee, elaborated with photogrammetric methodologies, allowed to elaborate:

- 2 point clouds (RGB and NIR) with an average of 20-40 points/m²
- 2 Digital Surface Models (DSM) with spatial resolution of 50 cm
- 2 orthophotos (RGB and NIR) with spatial resolution of 10 cm

A



Acquisizione dati già disponibili
 Existing data acquisition

- **dati inventariali preesistenti**
old inventory data
- **dati telerilevati (es. ortofoto)**
remote sensing data (orthophotos)
- **piani di gestione forestale e rispettivi allegati cartografici**
management plan with their maps
- **dati ausiliari (es. carte topografiche e carte dell'uso del suolo)**
auxiliary data (e.g., topographic maps and land use maps)

FASE 1
ACQUISIZIONE DATI

Phase 1 - Data Acquisition

B



Acquisizione nuovi dati a terra
 New inventory data acquisition

- **alberi vivi:** posizione, specie, diametro, altezza, estensione della chioma, stato di salute, presenza di microhabitat
living trees: position, species, diameter, height, crown area, health status, and microhabitat
- **alberi morti in piedi, a terra e ceppaie:** posizione, diametro, altezza e stato di decomposizione
standing dead trees, stumps and down deadwood: position, diameter, height, and decay class

C



Acquisizione nuovi dati telerilevati
 New remote sensing data acquisition



FASE 2: ELABORAZIONE e RESTITUZIONE CARTOGRAFICA

I dati già disponibili, quelli rilevati a terra nelle aree di saggio e quelli telerilevati con i due droni sono stati integrati ed elaborati, arrivando alla spazializzazione degli **indicatori di Gestione Forestale Sostenibile**, alla produzione di **mappe utili ai gestori forestali** e alla creazione di un **Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS)** integrato in un **Sistema Informativo Forestale (FIS)**.

DATI LiDAR

Gli indicatori derivati dall'elaborazione dei dati LiDAR registrati dal sensore montato su **ottocottero** hanno permesso di ottenere queste due mappe per ciascuna area dimostrativa:

- **provvigione di massa legnosa**
- **biomassa**

DATI MULTISPETTRALI

Gli indicatori derivati dall'elaborazione dei dati multispettrali registrati dal sensore montato sul drone ad **ala fissa** hanno permesso di ottenere queste cinque mappe per ciascuna area dimostrativa:

- **classificazione European Forest Types (EFTs)**
- **livello di defogliazione**
- **livello di danno**
- **composizione specifica**
- **presenza di specie forestali non-native**

DSS e FIS

Per fornire ai gestori delle aree dimostrative degli strumenti utili alle attività che periodicamente li vedono coinvolti nella gestione delle loro foreste, tutti i dati del progetto sono convogliati in un **Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS)** integrato in un **Sistema Informativo Forestale (FIS)**.

PHASE 2: ELABORATION AND MAPPING

The existing data, together with ones acquired in the field plots and by the two drones, were integrated and processed to estimate Sustainable Forest Management indicators, to produce maps useful for forest manager and to create a Decision Support System (DSS) integrated in a Forest Information System (FIS).

LIDAR DATA

The indicators derived by the elaboration of LiDAR data acquired by the octocopter allowed to obtain two maps for each demonstration sites:

- **growing stock**
- **above ground biomass**

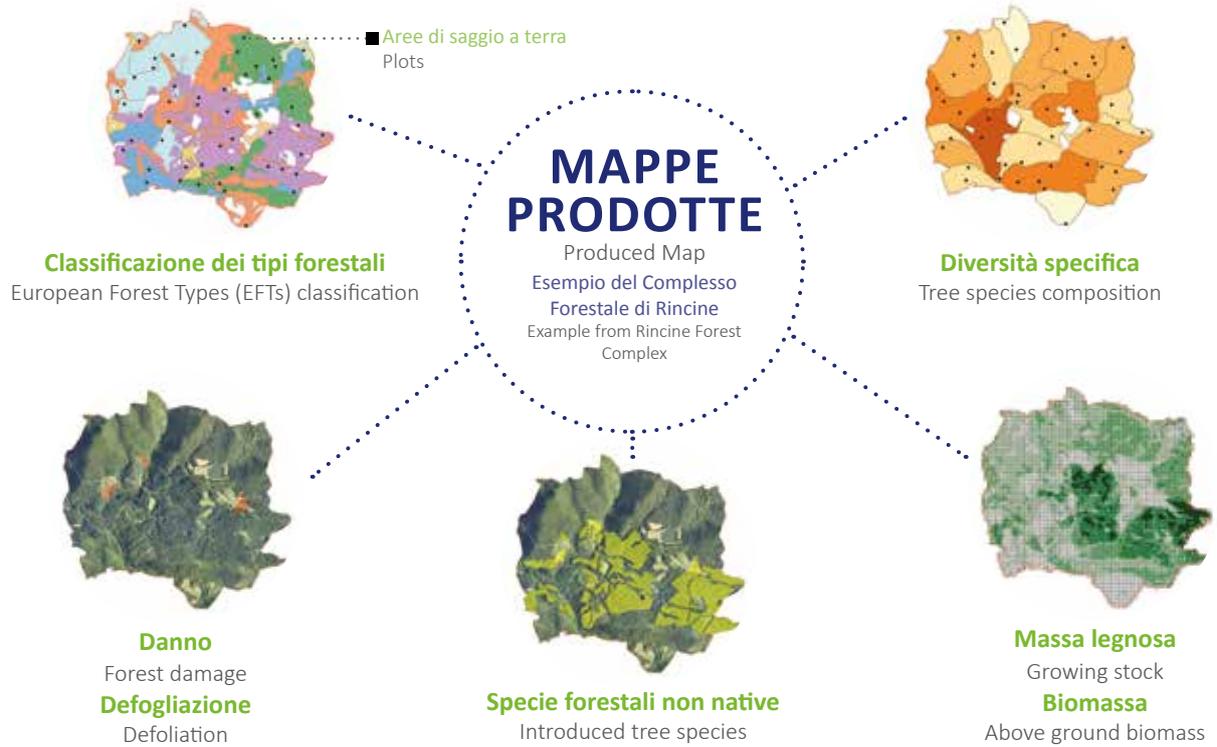
MULTISPECTRAL DATA

The indicators derived by the elaboration of multispectral data acquired by the fixed wing drone allowed to obtain five maps for each demonstration sites:

- **European Forest Types (EFTs) classification**
- **defoliation**
- **forest damage**
- **tree species composition**
- **introduced tree species**

DSS E FIS

To provide forest managers of the demonstration sites with a useful forest management support tool, all data acquired and processed within the project were organized to create a Decision Support System (DSS) integrated in a Forest Information System (FIS).



FASE 3: DIVULGAZIONE e FORMAZIONE

Scopo principale dei progetti LIFE come FRESH è il trasferimento delle conoscenze e delle buone pratiche dal mondo della ricerca a quello operativo. Per questo motivo è stato dato ampio spazio al coinvolgimento di varie tipologie di stakeholder.

NETWORK

Durante il progetto è stato creato un network che ha avvicinato soggetti e realtà attive su varia scala, tutti accomunati dall'interesse per un nuovo approccio alla Gestione Forestale Sostenibile. L'utilizzo di droni e di metodologie innovative, come ad esempio la modellizzazione 3D, hanno favorito **un interesse verso il progetto che non si è limitato al settore forestale**, ma che ha coinvolto anche realtà legate, ad esempio, al mondo della **robotica** e della **sensoristica**. Per i partner territoriali è stata realizzata anche una **formazione specifica** sull'utilizzo dei Sistemi Informativi Forestali e sui Sistemi di Supporto alle Decisioni.

DIVULGAZIONE

Durante la fase di acquisizione dei nuovi dati telerilevati ha avuto molto successo l'**organizzazione di voli dimostrativi in ciascuna delle aree di studio**. Gli eventi, organizzati con il supporto dei partner locali, hanno previsto un'introduzione alle tematiche e agli obiettivi del progetto seguita dal volo dei droni e dalla successiva elaborazione in diretta dei dati acquisiti, fino all'ottenimento dei prodotti cartografici. Queste iniziative, veicolate tramite il sito web del progetto e le pagine social dedicate, hanno visto la **partecipazione di studenti, ricercatori, amministratori locali, liberi professionisti e istituzioni**, che hanno costituito la base di contatti su cui poi è proseguita tutta la successiva comunicazione del progetto.

RICERCA

Parallelamente alle attività di natura più divulgativa, è stata portata avanti dal progetto la **partecipazione a congressi e convegni di settore, oltre all'organizzazione di seminari presso università e centri di ricerca**, per affrontare particolari aspetti tecnico-scientifici.

Il progetto FRESH LIFE ha inoltre organizzato sessioni dedicate presso i congressi SISEF e ASITA e il Congresso Nazionale di Selvicoltura. Ad oggi, grazie alle attività del progetto, sono stati pubblicati **10 contributi in riviste scientifiche nazionali e internazionali e oltre 30 comunicazioni a conferenze e congressi** sotto forma di poster o presentazioni orali.

PHASE 3: DISSEMINATION AND TRAINING

The main goal of the LIFE projects is the transfer of knowledge generated through research to real-world applications. For this reason, special attention was given to involving different types of stakeholders.

NETWORK

During the project a network was created to involve subjects active on different scale all interested on Sustainable Forest Management approach. The use of drones and innovative methodologies, for example 3D modelling, allowed us to reach people outside from the forest sector and more interested for example in robotics and sensors. All local partners were involved in technical trainings on the use of Forest Information Systems and Decision Support Systems.

DISSEMINATION

During the remote sensing data acquisition phase of the project, the organization of demonstration flights in each demonstration site was especially successful. Each event, organized in collaboration with local partners, included an introduction to the project topics and objectives, followed by drone flights, live data processing, and the generation of final data products. These events, announced through the project website and social media, were attended by students, scientists, local managers, professionals, and institutions, that became part of a network of contacts that we after used to disseminate all project results.

RESEARCH

Project results were also disseminated by project partners through the participation to national and international congress and meeting. In addition, seminars were organized at universities and research centers to focus on technical and scientific topics. FRESH LIFE project has also organized special sessions at SISEF, AIT and National Silviculture Congress. To date, the project has led to the publication of 10 papers in international peer-reviewed journals and over 30 oral presentations and posters at conferences.



30

**Comunicazioni in
conferenze e congressi**

presentations in conference and congress



25

**Eventi divulgativi
sul territorio**

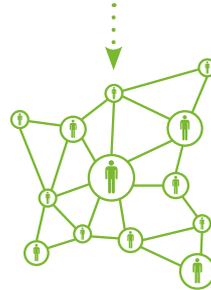
dissemination events



10

**Articoli su
riviste scientifiche**

papers in international scientific journals



**Network sui temi del progetto
con tutti i soggetti interessati**

Network with all interested
subjects on project topics



RISULTATI DIRETTI nelle AREE DIMOSTRATIVE

Complesso Forestale di Rincine (FI)

Le potenzialità del Sistema informativo realizzato dal progetto hanno spinto il gestore a considerare la possibilità di **estendere i rilievi a tutta la foresta**, così da disporre dei dati necessari per basare il nuovo piano di gestione sulle metodologie sviluppate nell'ambito di FRESH LIFE. Il dato spazializzato relativo alla provvigione legnosa, che nel sistema informativo viene reso disponibile a scala di singola particella forestale, è **estremamente utile in fase di preparazione delle aste** di vendita del legname in piedi.

Caprarola, Riserva Naturale Lago di Vico (VT)

Nella maestosa faggeta del Monte Venere vige un antico uso civico legato alla raccolta del legno morto a terra da parte dei cittadini del comune. Il sistema informativo messo a disposizione dal progetto FRESH LIFE sta permettendo ai gestori di **monitorare questa attività fornendo strumenti utili a identificare le zone più adatte in cui indirizzare il prelievo** ed informazioni sullo stato di salute delle piante presenti, così da interdire alcuni sentieri di accesso, ed eventualmente tracciarne altri, per salvaguardare cittadini e turisti dalla possibilità di caduta di rami o piante.

Bosco Pennataro Riserva MAB Montedimezzo (IS)

L'approccio cartografico del Sistema informativo fornito dal progetto FRESH LIFE permette, tramite la combinazione di vari layer, la **facile creazione di cartografie tematiche**. Strumenti essenziali per favorire la comprensione di particolari aspetti che riguardano il sistema bosco, queste cartografie risultano ancora più utili in un contesto come quello di Bosco Pennataro, in cui la gestione è affidata a più enti che hanno necessità di coordinarsi per meglio perseguire gli obiettivi della Gestione Forestale Sostenibile.

LEVERAGE EFFECT IN THE DEMONSTRATION SITES

Forest Complex of Rincine (FI)

The potential of the Forest Information System provided by the project has led the managers to consider the possibility of extending the surveys from the demonstration site to the entire forest to have the data necessary as a basis for the new forest management plan based on the methodologies developed in FRESH LIFE. The growing stock data, provided by the FIS at the scale of the single forest unit, are extremely useful, for example, in preparing timber auctions.

Caprarola, Regional Nature Reserve of Lago di Vico (VT)

The demonstration area is subjected to ancient public land use requirements, such as the right for local community's members to collect fallen wood for firewood. In addition, as Caprarola test site is included in a Regional Natural Reserve, the public accessibility and use of the area for leisure activities is a high priority, although forest ageing may cause tree/branch collapse incidents, posing danger to visitors. In this perspective, the Forest Information System provided by the project can offer a concrete opportunity to support local forest management decision-making in regulating and improving the public use of the forest.

Bosco Pennataro, MAB Reserve of Montedimezzo (IS)

The cartographic approach of FIS is very useful to support local forest decision making. It allows to collect and store data to produce several thematic maps that are highly useful to display the state of forest and to support discussion among forest decision makers involved in the management. The thematic maps offer the opportunity to have common documents to discuss and take decision about forest harvesting and other forest-related activities

FRESH LIFE: i vantaggi per i gestori forestali

FRESH LIFE: advantages for the forest managers



- **Conoscenza più approfondita dell'area da gestire**
Deeper knowledge of the managed area
- **Possibilità di sviluppare una selvicoltura di precisione (Precision forestry) che tenga conto delle esigenze sia produttive che conservazionistiche**
Possibility to adopt a Precision Forestry approach that takes into account both productive than conservative needs
- **Risparmio economico nella realizzazione dei rilievi**
Cost saving in data acquisition
- **Semplice integrazione con i Sistemi informativi forestali già presenti**
Easy integration with the existing forest information systems

www.freshlifeproject.net





www.freshlifeproject.net

Coordinatore



Gherardo Chirici - *project coordinator*
gherardo.chirici@unifi.it



Ideaione e impaginazione report:
Compagnia delle Foreste S.r.l.
www.compagniadelleforeste.it

Partner



Stampato da:
IGV S.r.l. - San Giovanni Valdarno (AR)