

Sezione Speciale: Progetto LIFE FUTMON

“Il Monitoraggio Forestale nel Progetto FUTMON: Risultati e Applicazioni di Ricerca”

Guest Editor: Luca Salvati (CRA-RPS, Roma)

## ***Futmon-mobile: una piattaforma informatica di mobile GIS e web-database per i rilievi fito-sanitari nel progetto FutMon***

**Giacomo Colle\*<sup>(1)</sup>, Antonio Floris<sup>(1-2)</sup>, Gianfranco Scrinzi<sup>(1-2)</sup>, Fabrizio Clementel<sup>(1-2)</sup>**

(1) Effetreseizero S.r.l., spinoff con il sostegno del Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, p.za G. Nicolini 6, Villazzano (TN - Italy); (2) Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale, p.za G. Nicolini 6, Villazzano (TN - Italy) - \*Corresponding Author: Giacomo Colle ([giacomo.colle@f360.it](mailto:giacomo.colle@f360.it)).

**Abstract:** *Futmon-mobile: a mobile-GIS and web-database platform to assist phyto-patological survey of the Futmon project.* The ICP-Forest ConEcoFor project has involved for more than a decade several Italian Forest Service teams in the phyto-patological monitoring of forests. The high number of survey plots, the multitude of data to be acquired and the yearly repetition of the ConEcoFor survey brought to the decision to manage the complete monitoring data-flow thorough a computer-based information system. The aim of this sub-task of the FutMon LIFE+07 project has been to optimize the survey management, the data-flow execution and the data control and analysis through the development of specific software applications. This work describes the Futmon-Mobile GIS software developed to assist the field survey of phyto-patological forest data and the Futmon-WebDB web-database developed to acquire the data from the field crews, to aggregate all the plots data and to perform the pre-processing for data submission to the european ICP-Forest database. This paper refers also on the experiences and evaluations about the introduction of the developed software in the survey protocol and some perspectives related to its possible evolution.

**Keywords:** Forest Monitoring, Phyto-patological Monitoring, Mobile-GIS, Web-database, GPS, Futmon, ICP-Forest

*Received: Apr 26, 2013; Accepted: Jan 08, 2014; Published online: Apr 30, 2014*

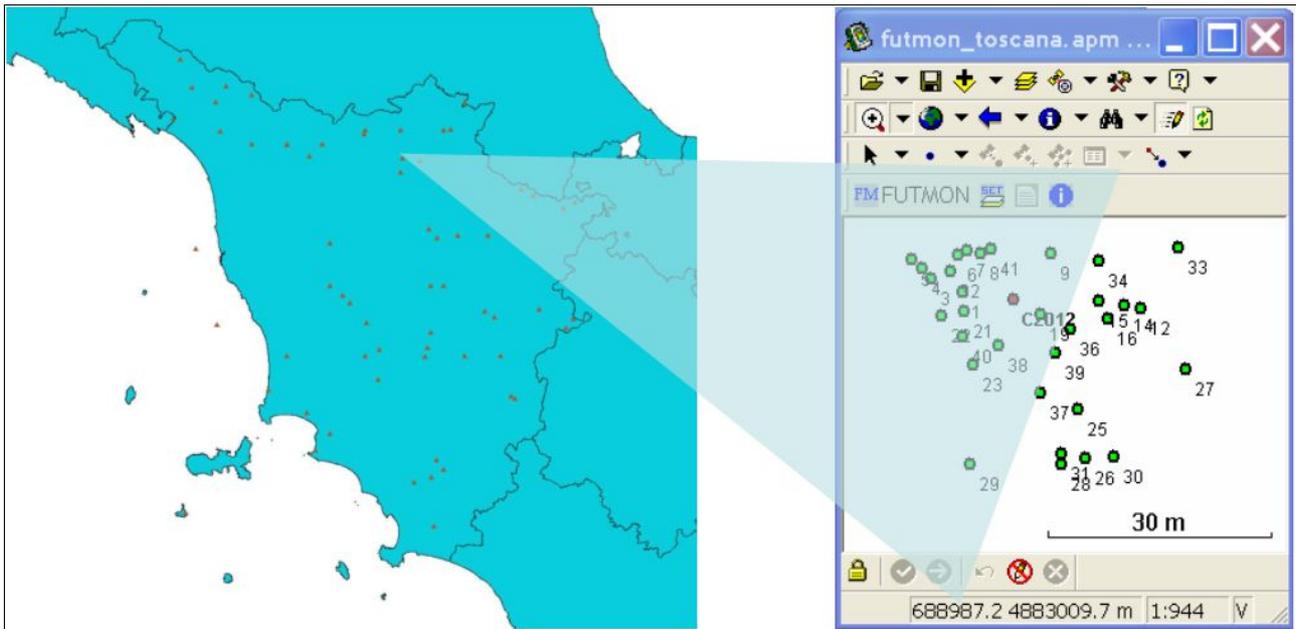
**Citation:** Colle G, Floris A, Scrinzi G, Clementel F, 2014. *Futmon-mobile: una piattaforma informatica di mobile GIS e web-database per i rilievi fito-sanitari nel progetto FutMon.* Forest@ 11: 45-51 [online 2014-04-18] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor1023-011>

### **Introduzione**

La rete ICP-Forest integra a livello europeo le reti nazionali di rilevamento delle condizioni fito-sanitarie delle foreste già esistenti da diversi anni (Fischer & Lorenz 2011, Gasparini et al. 2014). Per l'Italia tale ruolo è stato tradizionalmente svolto dalla rete ConEcoFor, istituita nel 1995 dal Corpo Forestale dello Stato (CFS) che ne ha in carico gestione e responsabilità. La rete di monitoraggio ConEcoFor è articolata su aree campione di due tipi: le aree di Livello I, che coprono uniformemente tutto il territorio nazionale,

sono utilizzate come sistema di primo allarme dei danni al patrimonio forestale; le aree di Livello II, molto meno numerose, prevedono un monitoraggio particolarmente intensivo per comprendere le interazioni tra inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici ed ecosistemi forestali.

Il progetto europeo FutMon (*Future Monitoring*) prevedeva l'integrazione tra le reti nazionali di rilevamento delle condizioni sanitarie delle foreste e le reti dei rispettivi inventari forestali nazionali (Gasparini et al. 2014). Per l'Italia il supporto scientifico a



**Fig. 1** - Visualizzazione di un'area e dei suoi alberi campione su palmare.

tale progetto è stato svolto dall'unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale di Trento (MPF) del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura (CRA). MPF ha avuto il coordinamento scientifico dell'ultimo Inventario Forestale Nazionale Italiano (INFC).

I punti cardine del progetto sono stati: il mantenimento di entrambe le reti di campionamento almeno per la durata del progetto (2009-2010), la sperimentazione di un comune protocollo di rilevamento e l'applicazione di uno schema di campionamento atto a elaborare stime quantitative sullo stato di salute delle foreste su base nazionale.

Le aree su cui sono stati effettuati i rilievi del progetto FutMon sono 608 (347 della rete INFC e 261 della rete ConEcoFor livello I). I rilievi in campo hanno coinvolto circa 80 squadre di rilevatori, ciascuna composta da tre componenti, più le strutture di coordinamento a livello regionale. Questo modello di organizzazione delle risorse umane è analogo a quello adottato per l'INFC, dal quale è stata mutuata anche l'adozione di procedure di georeferenziazione di dettaglio degli elementi monitorati: infatti non solo è stata georiferita la posizione sul terreno del centro delle aree, ma anche quella dei singoli alberi appartenenti a ciascuna di esse (Fig. 1).

Altra caratteristica che accomuna le campagne di rilevamento del progetto FutMon e le precedenti attività legate all'Inventario Forestale Nazionale (Tabacchi et al. 2006) è l'utilizzo della strumentazione in dotazione al CFS, aspetto che ha consentito l'ottimale

sfruttamento di una risorsa strumentale preziosa acquisita in precedenza (una flotta di circa 100 ricevitori GPS/datalogger di categoria GIS con altrettante licenze di ESRI ARCPAD®), nonché la valorizzazione e la crescita delle competenze già acquisite dagli operatori nell'utilizzo di queste tecnologie (Floris et al. 2004).

Nell'ambito di questo progetto Effetreseizero S.r.l., spinoff con il sostegno del CRA, ha curato l'implementazione di tutta la componente informatica del progetto, progettando e sviluppando il *software* di *mobile GIS* FUTMON-MOBILE e il *web-database* per il conferimento guidato dei dati rilevati su tutto il territorio nazionale a un *server* centralizzato.

### **FUTMON-MOBILE: una *applet* ARCPAD per i rilievi ICP-Forest**

Il *mobile GIS* è una tecnologia che integra i *software* e le funzionalità GIS su piattaforme *hardware* di tipo *mobile*, quali *tablet pc*, palmari e *smartphone*, sia per la componente geografica (coordinate) che per quella dei dati associati (attributi alfa-numeric). Il *mobile GIS* si differenzia dalla semplice e più diffusa consultazione di mappe digitali poiché implica l'uso, direttamente in campo, di funzionalità avanzate di elaborazione, analisi e controllo dei dati raccolti (Wagtenonk & De Jeu 2007). Il *mobile GIS* rappresenta l'evoluzione di tecniche, tuttora molto diffuse, basate sul rilievo GPS in campo ed il controllo ed elaborazione successivi mediante *desktop GIS* (Cavalli et al. 2009). In ambito forestale non sono molti i riferimen-

ti relativi a tale tipo di applicazioni; il più noto è senz'altro il *software* FIELD-MAP (Mattioli et al. 2009), prodotto e commercializzato da IFER (Repubblica Ceca), che, a fronte di elevate prestazioni e possibilità di personalizzazione, richiede il possesso di competenze piuttosto elevate per poter essere adeguatamente utilizzato. In ambito ConEcoFor la registrazione dei caratteri fito-sanitari, essendo parte di una attività di monitoraggio già esistente da numerosi anni, avveniva in campo mediante l'impiego di apposite schede cartacee ove scrivere le informazioni relative sia all'area di saggio sia agli alberi ed agli eventuali sintomi presenti su di essi.

Le schede, in una fase successiva svolta in ufficio, venivano registrate su supporto informatico (in ambiente MICROSOFT ACCESS®) ed inviate a fine campagna al team di analisti per le operazioni di aggregazione dei dati a livello nazionale e di controllo ed elaborazione dei dati da inviare a livello europeo.

L'inconveniente più rilevante di tale metodo di archiviazione era l'assenza di controllo in campo sulla correttezza e congruenza dei dati rilevati: il controllo post-rilievo in ufficio non permetteva più una correzione basata sull'osservazione reale dell'area di saggio, ma solo una variazione del dato per adeguamento ai dati medi rilevati o una eliminazione del dato stesso con invalidazione di parte o di tutto il rilievo. L'utilizzo del supporto cartaceo per i rilievi in campo comportava inoltre la possibilità di errori in fase di trascrizione nel passaggio al supporto informatico. Infine, l'organizzazione grafica della scheda cartacea, dovendo condensare un numero considerevole di dati, imponeva la codifica dei valori in brevi codici numerici; questo rendeva di difficile lettura il suo schema e accentuava il ricorso alla consultazione di apposite tabelle di codifica inserite nel manuale.

FUTMON-MOBILE è un *software* che rende possibile la registrazione di tutti i dati acquisiti nelle campagne di rilievo del progetto Futmon su supporto informatico, direttamente in campo, sostituendo completamente la precedente registrazione su schede cartacee. Lo sviluppo di FUTMON-MOBILE ha permesso di risolvere numerose problematiche legate alla organizzazione della scheda cartacea, ad esempio: l'inserimento ad ogni campagna di rilievo di tutti i dati compresi quelli invariati dall'anno precedente; il ricorso alle tabelle di codifica sostituite da menù a tendina già decodificati. Inoltre l'adozione di un *software* di campagna ha permesso di introdurre il controllo automatico in campo di congruità e di completezza sui dati. Sono state inoltre rese possibili una serie di pre-elaborazioni per rilievi mirati che prima richiedeva-

no problematici calcoli manuali.

FUTMON-MOBILE consiste in una estensione (*applet* realizzata nel linguaggio *Visual Basic Script*) del *software* ESRI ARCPAD® di cui utilizza le funzionalità di *mapping* e di gestione della componente GPS e su cui implementa le schede per il rilievo dei dati definiti dal protocollo e le funzionalità dedicate alla elaborazione e al controllo (ESRI 2009, 2010).

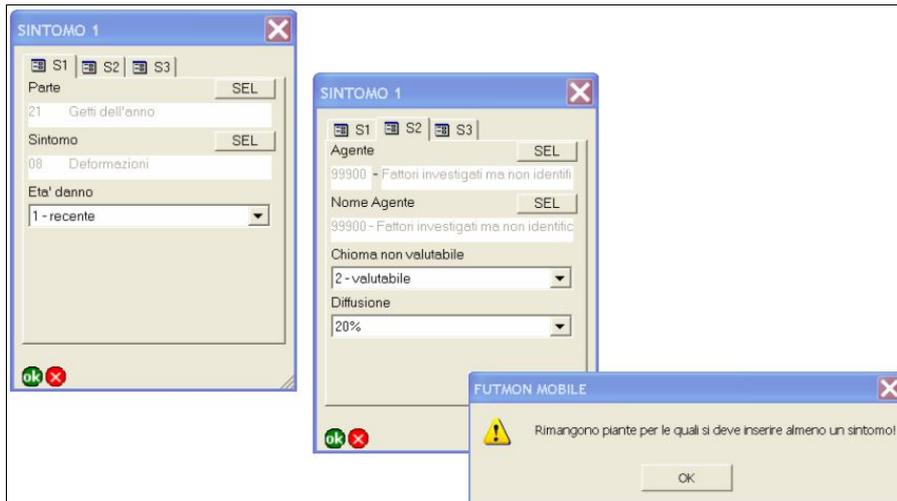
#### Descrizione della struttura dati

Il protocollo rilievi del progetto FutMon ha previsto per la singola area di saggio due rilevanti insiemi di dati da acquisire. Il primo insieme è costituito dai dati previsti nel protocollo europeo *ICP-Forest Level I*: i dati inerenti gli aspetti generali dell'area di saggio, quali gli aspetti geografici e stazionali, il tipo forestale del soprassuolo ed aspetti legati al suolo stesso; i dati fito-sanitari, quali lo stato della pianta indagata e gli eventuali sintomi. Il secondo insieme è costituito da un rilievo dendrometrico completo tramite la misurazione dei diametri di tutti gli alberi presenti nell'area di saggio (aventi diametro superiore a una soglia data) insieme ad altri dati specifici del singolo albero, nonché la misura di un campione di altezze necessario all'individuazione dell'altezza dominante del soprassuolo.

Il *software* FUTMON-MOBILE utilizza un database in formato *Shapefile-DBF* per registrare i dati in campo. Il database è costituito da due *Shapefile*, e relativi DBF associati, uno per i dati relativi alle aree di saggio ed uno per gli alberi campione. In totale la struttura dati prevede quattro distinte tabelle DBF: i dati relativi alle aree (FUTMON\_AREE) in relazione uno-a-molti con i dati descrittivi di ciascun albero secondo il protocollo ICP-Forest (FUTMON\_PIANTE). Una terza tabella contiene le informazioni relative ai possibili sintomi di un albero (FUTMON\_SINTOMI) ed è in relazione molti-a-uno con la tabella FUTMON\_PIANTE. Infine la quarta tabella contiene i dati relativi ai caratteri dendrometrici (FUTMON\_CAV) ed è in relazione uno-a-uno con la tabella FUTMON\_PIANTE.

La struttura dati nel complesso conta più di cinquanta attributi tra rilievi generali dell'area e quelli di carattere fito-sanitario e dendrometrico rilevati per ogni albero; la qual cosa si concretizza mediamente in più di mille singoli dati da inserire per un'area di saggio tipica avente circa 30 alberi.

I dati vengono registrati nei formati prestabiliti dal protocollo ICP-Forest e secondo tabelle di codifica in modo da non permettere ambiguità sui dati rilevati; la *applet* permette di visualizzare in campo i dati per



**Fig. 2** - Inserimento dei dati relativi ai sintomi delle patologie rilevati, con esempio di un messaggio di *warning* conseguente a un controllo di completezza.

esteso decodificando in automatico le tabelle e permettendo una più sicura attribuzione del rilievo, tramite ampio ricorso a liste di valori all'interno di menu.

#### *Le funzionalità ed i controlli della applet*

Si possono identificare tre diverse categorie di funzionalità presenti in FUTMON-MOBILE: le funzionalità atte ad un controllo di congruenza e completezza del dato rilevato; le funzionalità atte a facilitare l'esplorazione dell'area di saggio; le funzionalità dedicate a pre-elaborazioni in campo per l'esecuzione dei rilievi.

#### **Funzioni di controllo**

Le funzioni di controllo basilari vengono fatte direttamente a livello di singolo dato andando a verificare all'atto dell'inserimento se i valori immessi sono di tipo valido e se sono all'interno dei *range* prestabiliti per il particolare rilievo in atto. Per alcuni rilievi, quali ad esempio diametri ed altezze degli alberi, sono anche presenti avvisi in caso di immissione di dati ammissibili ma statisticamente poco frequenti al fine di ridurre i possibili errori di digitazione sul tastierino del palmare.

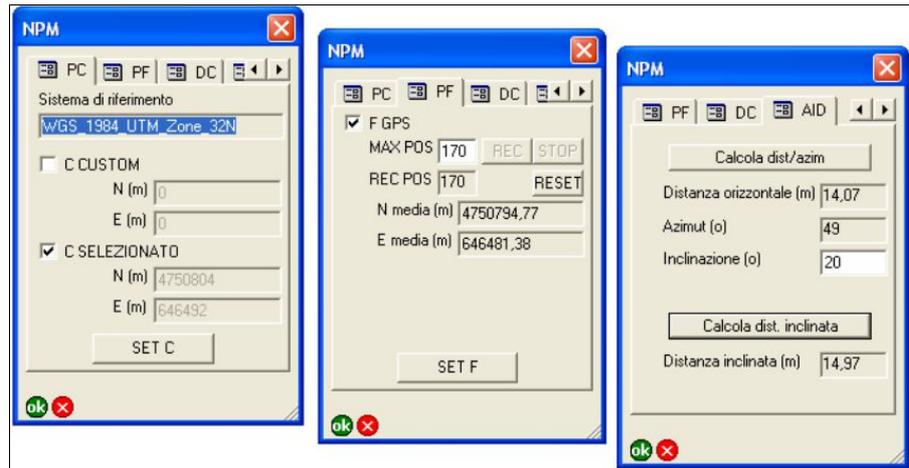
Funzioni avanzate sono basate sul controllo incrociato dei dati inseriti e sono frutto di comparazioni ed analisi che difficilmente potrebbero essere condotte in modo sistematico su di un supporto cartaceo vista la mole di dati da rilevare. Tali controlli possono avvenire in modo preventivo quando in base a dati precedentemente inseriti vengono limitati i valori possibili del dato da inserire o ne viene determinata la sua non necessità; ad esempio in base alla specie arborea vengono resi inseribili solo sintomi e agenti patogeni compatibili con la specie stessa.

Ulteriori controlli intervengono invece successivamente all'inserimento del singolo dato per determinare principalmente la completezza dei dati rilevati e segnalare eventuali mancanze e integrazioni da inserire, limitando in questo modo a casi eccezionali la necessità di ritornare su aree già rilevate per completare i rilievi (Fig. 2). Tali controlli sono stati decisivi in campo ad esempio per segnalare il mancato inserimento dei sintomi necessari o la mancanza dei rilievi ipsometrici per la stima dell'altezza dominante.

#### **Funzioni per la navigazione ed il mapping**

Il secondo gruppo di funzionalità implementate riguarda la facilitazione delle procedure di localizzazione delle aree di saggio e delle piante da rilevare. Le numerose funzionalità di navigazione assistita da GPS fornite dalla piattaforma ESRI ARCPAD®, nella quale FUTMON-MOBILE si integra, hanno permesso un rapido raggiungimento delle aree di saggio appartenenti alla rete ConEcoFor le quali, essendo marcate sul terreno, permettono una individuazione di prossimità "a vista". Al fine invece di individuare i centri delle aree INFC, non visibili esternamente per motivi di protocollo, è stata incorporata nella *applet* FUTMON-MOBILE la procedura di navigazione da posizione media simile a quella già adottata per l'inventario forestale nazionale (Colle et al. 2008 - Fig. 3). Tale funzionalità, oltre a eliminare qualsiasi discrezionalità nella scelta del centro dell'area di saggio, permette di effettuare un posizionamento medio GPS su di un punto di appoggio avente condizioni di ricezione favorevoli dal quale poi calcolare distanza ed azimuth verso l'obiettivo presso il quale il segnale GPS potrebbe peraltro essere filtrato e ostacolato dalla elevata copertura arborea (Scrinzi et al. 2003).

**Fig. 3** - Alcune schermate relative alla funzionalità NPM (navigazione da posizione media).



Il *software* permette inoltre di ricostruire in tempo reale, durante i rilievi, la disposizione delle piante presenti nell'area di saggio e di visualizzarla sul display del palmare. Tale funzionalità fornisce un controllo aggiuntivo sulla completezza del rilievo in essere e una facile individuazione degli alberi oggetto del campione per i rilievi degli anni successivi. Tale mappatura è stata di particolare interesse nel sottosuolo di aree costituito dai punti INFC dove, non potendo apporre marcature fisiche né dell'area né dei singoli alberi, risultava laborioso identificare correttamente le piante negli anni successivi.

#### Funzioni di elaborazione ed automazione

FUTMON-MOBILE non si limita al solo *mapping* dei dati rilevati ma implementa e automatizza elaborazioni che permettono di ottenere direttamente in campo utili informazioni per il proseguimento del rilievo. Tra di esse le più significative sono quelle dedicate ai calcoli per la navigazione da posizione media GPS, quelle per il calcolo delle coordinate degli alberi inseriti e quelle per la selezione del campione su cui eseguire le misure ipsometriche per la stima dell'altezza dominante del soprassuolo.

In particolare, queste ultime consistono nel selezionare tra tutti gli alberi cavallettati quelli idonei per un rilievo dell'altezza (escludendo quindi ad esempio gli alberi troncati) e di ordinarli per diametro medio decrescente. L'operatore, quindi, individuati gli identificativi degli alberi di cui rilevare l'altezza, può tramite la mappa digitale sul palmare localizzarli fisicamente e procedere alla loro misurazione ipsometrica. Lo studio grafico delle schede per l'inserimento dati di FUTMON-MOBILE ed alcune funzioni di automazione hanno, infine, permesso rilievi più veloci laddove vi era una ripetizione dei valori da inserire come, ad esempio, nei popolamenti monospecifici

o laddove fosse necessario utilizzare i dati rilevati riguardanti gli aspetti dendrometrici durante il rilievo fito-sanitario dello stesso albero.

#### Il *web database* FUTMON-WEBDB

Con il progetto FutMon si è realizzato un *web-database* a livello italiano avente un duplice scopo: in prima istanza svolgere l'attività di monitoraggio dell'andamento dei rilievi e l'aggregazione dei dati provenienti dalle singole squadre in un archivio centralizzato; successivamente, realizzare in automatico le pre-elaborazioni necessarie e l'esportazione dei dati nel formato richiesto da ICP-Forest.

Il *web-database*, realizzato su piattaforma MySQL® e con una interfaccia PHP sviluppata *ad hoc* (Fig. 4) è accessibile da Internet in modo distinto e protetto da ogni singola squadra di rilevatori; ciascuno di essi, caricando i file DBF derivanti dal rilievo di campagna effettuato con FUTMON-MOBILE, può conferire i dati della singola area rilevata; il *web-database* effettuerà in automatico ulteriori controlli necessari a garantire correttezza e completezza dei dati, utili per riscontrare eventuali errori o integrazioni necessarie. La possibilità di conferire a fine giornata i dati di una singola area di saggio permette al rilevatore di non dover consegnare tutti i rilievi solo al termine della campagna e di ricevere segnalazioni su eventuali errori presenti quando ancora è possibile una correzione; inoltre a validazione avvenuta il rilevatore ottiene un certificato che comprova la consegna dell'area di saggio. Il *web-database* permette inoltre ai responsabili del CFS di monitorare l'andamento dell'intera campagna rilievi nazionale e di prendere le eventuali decisioni necessarie per il completamento della stessa nei tempi prestabiliti.

La funzionalità di esportazione nel formato ICP-Forest permette il conferimento dei dati nazionali se-



**Fig. 4** - Alcune schermate del web database FUTMON WEB-DB inerenti l'invio dei dati rilevati attraverso l'applicativo di *mobile GIS*.

condo il formato di interscambio testuale definito dai protocolli e costituito da tre file di testo contenenti tutti i dati relativi ad aree, alberi e sintomi correlati. Tali file devono essere realizzati a partire dai rilievi delle singole squadre e necessitano di operazioni di aggregazione e di pre-elaborazione per il calcolo di alcuni dati derivati. Il conferimento di tali file avviene tramite il caricamento di essi su di un *web-database* europeo che provvede a ulteriori controlli di correttezza, consistenza e soprattutto congruenza con i dati storici degli anni precedenti.

Infine, ulteriori funzioni permettono di effettuare il *backup* incrementale dei dati raccolti durante la campagna rilievi e di esportare in diversi formati i dati delle campagne di rilievo precedenti.

### Conclusioni

Con il progetto FutMon, tramite la realizzazione dell'applicativo GIS FUTMON-MOBILE e di FUTMON WEB-DB, l'Italia è stato il primo fra i paesi aderenti al programma ICP-Forest a rendere interamente digitale il processo di raccolta dati per i rilievi fito-patologici di Livello I. Il Corpo Forestale dello Stato ha potuto con successo re-impiegare le tecnologie informatiche di cui disponeva per l'INFC e finalizzarle, grazie al software sviluppato, ad una attività di monitoraggio diversa ma comunque gravata dalle medesime problematiche di utilizzo in bosco quali ad

esempio quelle legate alla ricezione GPS. La possibilità per le squadre di avere un controllo automatico dei dati nel momento stesso del rilievo ha permesso un conferimento dei risultati esente da molti errori o mancanze rendendo la fase di analisi e preparazione dei file da consegnare a livello europeo decisamente più efficiente rispetto al metodo precedente.

Il progetto, conclusosi nel 2010 con la realizzazione di un sistema tecnologico/informatico di raccolta e trasferimento dati, ha permesso di basare sul medesimo impianto le successive campagne rilievi ICP-Forest 2011 e 2012 valorizzando, attraverso successive *release* del *software*, l'esperienza maturata dai diversi attori del progetto e, soprattutto, le competenze acquisite dai rilevatori del CFS.

Nel corso delle campagne di rilievo si è vista l'introduzione da parte del CFS di strumentazione GPS più aggiornata, la qual cosa ha ridotto alcune problematiche legate ad un utilizzo nel progetto FutMon di dispositivi ormai datati.

La realizzazione in futuro di un *web-database* storico dei rilievi permetterebbe, già all'atto del conferimento dati da parte delle squadre, un controllo sulla loro congruenza con quelli delle campagne precedenti, aspetto la cui risoluzione completerebbe il sistema di controlli forniti direttamente alle squadre prima dell'invio all'archivio europeo. Un importante avanzamento del progetto potrà infine essere il pas-

saggio da un *web-database*, in grado di gestire solo i dati alfanumerici rilevati dalle squadre, ad un *web-GIS*; tale passaggio permetterebbe la piena gestione in rete anche dei dati geografici legati al progetto e, soprattutto, una più efficiente e sicura sincronizzazione dei rilievi svolti dalle squadre.

## Bibliografia

- Cavalli R, Grigolato S, Pellegrini M (2009). GPS mobile devices and open source GIS: a comparison between different solutions. In: Proceedings of the "42nd International Symposium on Forestry Mechanization" (Prknova H ed). Cernymi Iesy (Czech Republic) June 21-24. Faculty of Forestry and Wood Sciences, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic, pp. 31-37.
- Colle G, Floris A, Scrinzi G, Tabacchi G, Cavini L (2008). The Italian national forest inventory: geographical and positioning aspects in relation to the different phases of the project. In: Proceedings of the "8<sup>th</sup> Annual Forest Inventory and Analysis Symposium" (McRoberts RE, Reams GA, Van Deusen PC, Mc Williams WH eds). Monterey (CA, USA). Gen. Tech. Report WO-79, USDA Forest Service, Washington, DC, USA, pp. 1-8.
- ESRI (2009). GIS best practices. Forest carbon management. Web site. [online] URL: <http://www.esri.com/library/bestpractices/forest-carbon-management.pdf>
- ESRI (2010). GIS best practices. Environmental management. Web site. [online] URL: <http://www.esri.com/library/bestpractices/environmental-management.pdf>
- Fischer R, Lorenz M (2011). Forest Condition in Europe, 2011. Technical report of ICP Forests and FutMon. Work Report of the Institute for World Forestry 2011/1. ICP Forests, Hamburg, Germany, pp. 212.
- Floris A, Gasparini P, Scrinzi G, Tabacchi G, Tosi V (2004). INFC Manuale di campagna per i rilievi di seconda fase. ISAF/MIPAF, Corpo Forestale dello Stato, Roma, pp. 1-182.
- Gasparini P, Di Cosmo L, Paletto A, Rizzo M, Presutti Saba E (2014). Monitoraggio estensivo delle foreste italiane: integrazione tra Inventario Forestale Nazionale e Rete europea di Livello I. *Forest@* 11 (1): 29-37. - doi: [10.3832/efor1017-011](https://doi.org/10.3832/efor1017-011)
- Mattioli W, Alivernini A, Di Paolo S, Portoghesi L, Giuliarrelli D (2009). Field-Map: uno strumento innovativo al servizio della selvicoltura. In: Atti della "13<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA". Bari 1-4 dicembre 2009. ASITA, pp. 1411-1415. [online] URL: <http://www.attiasita.it/Asita2009/index.html>
- Tabacchi G, Scrinzi G, Tosi V, Floris A, Paletto A, Di Cosmo L, Colle G (2006). INFC, 2006 - Procedure di posizionamento e di rilievo degli attributi di terza fase (con istruzioni per l'impiego degli applicativi NAV3 e RAS3). Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF - Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato, CRA - Istituto sperimentale per l'Assessment Forestale e per l'Alpicoltura, Trento, pp. 292. [online] URL: <http://mpf.entecra.it/node/838>
- Scrinzi G, Floris A, Galvagni D, Marzullo L (2003). Un metodo di valutazione della precisione di ricevitori GPS, o di metodi di posizionamento, nei rilievi forestali. *Linea Ecologica/Ecologia Montana* 35 (2): 11-18.
- Wagtendonk AJ, De Jeu RAM (2007). Sensible field computing: evaluating the use of mobile GIS methods in scientific fieldwork. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 73 (6): 651-662. - doi: [10.14358/PERS.73.6.651](https://doi.org/10.14358/PERS.73.6.651)