



# **Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio**

**INFC**

## **LINEE GENERALI DEL PROGETTO PER IL SECONDO INVENTARIO FORESTALE NAZIONALE ITALIANO**

documento preparato dall'Istituto Sperimentale  
per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura



per il Ministero per le Politiche Agricole e Forestali,  
Ispettorato Generale del Corpo Forestale dello Stato



documento predisposto dal gruppo di lavoro ISAFA per l'INFC (Flora De Natale, Antonio Floris, Patrizia Gasparini, Gianfranco Scrinzi, Giovanni Tabacchi, Vittorio Tosi), con prefazione di Massimo Bianchi, coordinatore generale ISAFA per il progetto di inventario forestale nazionale

Vers. 1.1

documento registrato in data 17/02/2005 ai sensi della legge 02/02/1939 n. 374

## SOMMARIO

### PREFAZIONE

#### 1 INTRODUZIONE

#### 2 LO SCHEMA DI CAMPIONAMENTO ADOTTATO

2.1 Il dimensionamento e la selezione del campione di prima fase

2.2 Le modalità di formazione del campione di seconda fase

2.3 Le modalità di formazione del campione di terza fase

#### 3 LA CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI CAMPIONAMENTO

3.1 Le definizioni e il sistema di classificazione dell'uso del suolo

3.2 L'individuazione delle categorie inventariali

3.3 La classificazione della vegetazione forestale

#### 4 LE PROCEDURE PER L'INDIVIDUAZIONE, LA MATERIALIZZAZIONE E IL REPERIMENTO AL SUOLO DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO (NELLA SECONDA E TERZA FASE)

4.1 Obiettivi specifici della procedura, contesto di realizzazione, precisione

4.2 Procedura di individuazione materializzazione e ritrovamento dei punti INFC

4.3 Procedure alternative di navigazione e posizionamento

4.4 Iconografia del rilievo, descrizioni monografiche, documentazione fotografica

#### 5 IL RILIEVO DEGLI ATTRIBUTI DEI SOPRASSUOLI FORESTALI

5.1 Le fonti dei dati

5.2 Le unità di campionamento

5.3 Le informazioni di seconda e di terza fase

#### 6 RACCOLTA, ARCHIVIAZIONE, CONFERIMENTO E TRATTAMENTO DEI DATI DELLA CAMPAGNA INVENTARIALE

### BIBLIOGRAFIA

## PREFAZIONE

Le “linee generali del progetto per il secondo inventario forestale nazionale italiano” sono la struttura di un mosaico costruito per affrontare un problema ampio e complesso, anzi più problemi che si intersecano fra loro. Principalmente si vuole:

- creare un nuovo sistema nazionale di statistiche forestali, maggiormente integrato in quello europeo;
- impostare il sistema italiano di monitoraggio dei boschi e di vari altri ambienti naturali, per adempiere agli accordi del protocollo di Kyoto riguardanti il contenimento dei gas a effetto serra;
- più in generale, rafforzare le azioni italiane finalizzate a rispettare le grandi convenzioni quadro che difendono la biodiversità e contrastano la desertificazione.

Una componente fondamentale di questo impegno, in atto su molti fronti, è costituita proprio dall’inventario forestale nazionale, affidato alla responsabilità del Corpo forestale dello Stato (Decreto del Ministro per le Politiche Agricole e Forestali, 13 dicembre 2001). Da oramai un paio di anni si sta costruendo una rete nazionale di punti di osservazione. L’indagine potrà essere ripetuta ogni cinque anni.

Riguardo agli accordi del protocollo di Kyoto restano ancora molti problemi da risolvere e i tempi a disposizione sono terribilmente stretti. Per esempio occorre determinare e certificare i crediti di carbonio generati dalla gestione dei boschi e di varie altre superfici vegetate; istituire il registro nazionale dei serbatoi del carbonio agro-forestale; accertare i flussi del carbonio che si instaurano fra gli ecosistemi vegetali e i prodotti che se ne ricavano e l’atmosfera; creare un sistema informativo in grado di analizzare i cambiamenti che si verificano; ricostruire la situazione esistente alla data base del 1990, per confrontarla con la situazione attuale e con quella che verrà accertata nel quadriennio 2008-2012. In questo contesto l’inventario forestale nazionale, anche se non è sufficiente da solo a soddisfare tutte le esigenze conoscitive citate, costituisce un’importante base di partenza.

L’elenco dei problemi da affrontare sarebbe anche più lungo, se tentassimo di dettagliarlo. Per avere un’idea della complessità dell’indagine basta citare alcuni dei dati che il nuovo inventario dovrà fornire, in aggiunta ai consueti standard degli inventari del

passato, sia per i boschi veri e propri sia per varie altre superfici coperte da arbusti o nelle quali gli alberi sono presenti solo parzialmente: la fitomassa totale epigea e ipogea delle formazioni legnose, la necromassa presente a terra o nei soggetti ancora in piedi, la lettiera, la sostanza organica del suolo.

Per fronteggiare esigenze di questo tipo l'Italia si sta dotando di un sistema di inventariazione innovativo e efficace, che tecnicamente sembra essere almeno pari a quelli messi a punto da nazioni aventi tradizioni inventariali molto più antiche delle nostre. Anzi forse per alcuni aspetti il sistema italiano è addirittura all'avanguardia: sicuramente varie soluzioni del progetto sono state sviluppate in modo del tutto originale, tanto che ancora non se ne trova traccia nella letteratura tecnica internazionale.

Tuttavia la messa a punto di un sistema di rilevamento tecnicamente avanzato e efficiente non significa automaticamente che, da oggi, l'Italia disporrà anche di un sistema efficace di monitoraggio. Molti altri passi avanti dovranno essere fatti sul piano dell'organizzazione dei servizi, della collaborazione fra vari settori della pubblica amministrazione, della continuità nello sforzo da dedicare alla ricerca e all'innovazione. Di sicuro occorre uscire da una consuetudine che ha prodotto "episodi" magari anche pregevoli, come a esempio il primo inventario forestale nazionale del 1985, ma non inseriti in un "processo" più generale e permanente di monitoraggio.

Ma la nuova prospettiva si è ormai aperta e comincia a realizzarsi. Il progetto presentato in questo documento costituisce infatti la premessa di un più vasto "inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali del carbonio", curato congiuntamente dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Il progetto qui presentato non è dimensionato solo rispetto al livello nazionale delle esigenze di informazione; è orientato anche a costituire una rete di punti di campionamento utile per le Regioni che riterranno eventualmente di implementare, sulle basi stabilite dall'indagine nazionale, i propri sistemi locali di inventariazione e monitoraggio. Si potrebbe sintetizzare il tentativo attuato con l'affermazione che "si è progettato un inventario forestale nazionale in grado di fornire a ogni Regione, come risultato raggiungibile nella generalità dei casi, una parte considerevole dei dati a essa

potenzialmente necessari per realizzare un proprio inventario forestale regionale”. Probabilmente l’obiettivo non sarà conseguito pienamente ovunque, poiché le Regioni aventi maggiori estensioni di bosco saranno inevitabilmente avvantaggiate rispetto alle altre, a causa del maggior numero di osservazioni ricadenti sul proprio territorio; ma la base dati non dovrebbe essere comunque disprezzabile neppure per le Regioni o Province autonome più piccole.

Dunque il progetto non persegue solo gli obiettivi strategici di costruire una base dati per gli accertamenti del carbonio e per le statistiche forestali nazionali e di inserire il nostro paese negli analoghi processi contemporaneamente in corso a livello comunitario e internazionale. Più specificamente miriamo anche a rendere possibile:

- realizzare gli inventari forestali regionali con maggiore facilità, con migliori risultati e a costi più bassi;
- trasformare le reti locali di osservazione inventariale nella struttura di fondo per eventuali sistemi regionali di monitoraggio generalizzato dell’ambiente naturale.

I tempi dei rilevamenti sono dettati dall’esigenza di rinegoziare in ambito internazionale, fra la fine del 2005 e quella del 2006, il riconoscimento della quantità di carbonio fissata nei boschi italiani. Questo impone il rispetto di un calendario a tappe forzate.

Per esempio in tempi rapidissimi è stato necessario formare un numero ingente di specialisti in tutte le Regioni e Province, varie centinaia di persone che per molti mesi saranno impegnate nei rilievi; presumibilmente le stesse persone costituiranno la base tecnica per le ripetizioni periodiche dell’inventario e per le possibili implementazioni del futuro sistema nazionale di monitoraggio ambientale.

Per l’ISAFa la progettazione dell’inventario costituisce un compito particolarmente impegnativo, gran parte delle forze dell’Istituto vi si dedica. In certi momenti ci si trova letteralmente a mettere a punto, la settimana prima, le soluzioni che la settimana dopo verranno adottate in tutta Italia.

Il Corpo Forestale dello Stato sta compiendo uno sforzo parimenti intenso, in collaborazione con i corrispondenti Servizi forestali delle Regioni e Province autonome, sia per la dotazione di attrezzature alle squadre, sia per la specializzazione e l’impiego del

personale, sia per la soluzione degli innumerevoli problemi tecnici che emergono quotidianamente.

Un'altra esigenza inderogabile che è subito emersa è anche di costituire una struttura permanente di studio, alla quale assegnare la missione specifica di progettazione e sviluppo dell'intero sistema negli anni a venire, per affiancarla alla rete nazionale di ricerca del settore forestale.

Inevitabilmente esistono vari condizionamenti che complicano ulteriormente i problemi da affrontare. Tuttavia esistono anche varie opportunità che permettono di conseguire risultati collaterali interessanti, che potranno rivelarsi utili in altre circostanze. In particolare:

- si sono adottate le definizioni FRA-2000, che costituiscono l'attuale standard internazionale raccomandato;
- lo stesso standard FRA-2000 amplia notevolmente gli ambiti di osservazione rispetto al passato, tanto che il nuovo inventario non si occupa più soltanto dei boschi veri e propri ma anche di altre vaste superfici ricoperte solo parzialmente da alberi o arbusti; questo trasforma di fatto l'indagine in una sorta di censimento generale dell'ambiente effettivamente o potenzialmente forestale, escludendo in pratica solo le superfici agricole, quelle artificiali e i corpi d'acqua interni alla linea di costa;
- è stato necessario studiare un inedito sistema nazionale di classificazione della vegetazione forestale, adattato alle esigenze inventariali;
- il sistema di inventariazione e monitoraggio fornirà dati statisticamente attendibili e frequentemente aggiornati utilizzabili per un'ampia varietà di potenzialità informative e di programmazione, a cominciare dalla pianificazione forestale nazionale e eventualmente regionale.

Queste sono alcune delle carte che contano nella partita internazionale in atto in materia di foreste e di ambiente. La partita è cominciata, i nostri giocatori sono schierati, le strategie di squadra sono impostate. L'ISAFa si impegna a fare la sua parte.

## 1 INTRODUZIONE

Per *inventario forestale* si intende l'insieme delle procedure che è necessario attivare per l'ottenimento di informazioni sulla quantità e sulla qualità delle *risorse forestali* e su molte delle *caratteristiche del territorio* effettivamente occupato dalle formazioni forestali.

Fino ad un recente passato, gli inventari forestali erano dedicati prevalentemente all'acquisizione di informazioni sugli aspetti produttivi dei boschi, quali ad esempio la fitomassa presente, i ritmi di accrescimento, l'entità del materiale legnoso di interesse commerciale e di quello asportato con le utilizzazioni, le principali caratteristiche topografiche delle aree forestali, la loro accessibilità, l'articolazione della proprietà. In questi ultimi tempi le esigenze emergenti della pianificazione forestale e ambientale determinano sempre più la necessità di una caratterizzazione qualitativa e quantitativa dei sistemi forestali anche per aspetti diversi da quelli produttivi, quali ad esempio lo stato sanitario dei popolamenti forestali, il loro valore naturalistico, la funzione di habitat per la fauna selvatica, l'attitudine ad una fruizione turistica e ricreativa delle aree boscate (HUSCH *et al.* 1982; CORONA, 2000).

Ovviamente questi nuovi indirizzi comportano una modificazione dell'insieme degli attributi che devono essere osservati con il rilevamento inventariale al fine di acquisire le necessarie informazioni. Una elencazione minuziosa degli attributi dei sistemi forestali attualmente ritenuti di interesse nell'ambito di un inventario nazionale o regionale è riportata nello studio preparatorio recentemente svolto per l'avviamento del secondo inventario forestale nazionale italiano (ISAFA, 1999).

Oltre che dalle informazioni che è indispensabile acquisire, il disegno complessivo di un inventario forestale che interessa grandi territori risulta influenzato da vari fattori. Il primo di questi riguarda le principali finalità dell'indagine inventariale, che possono essere confinate ad un'azione di tipo esplorativo e di ricognizione, piuttosto che puntare ad una conoscenza necessaria per azioni gestionali e di pianificazione o, con orizzonti temporali più ampi, ad azioni di monitoraggio forestale e ambientale.

Un secondo fattore riguarda le procedure adottate e le fonti di informazione disponibili. Le informazioni inventariali possono infatti essere ottenute attraverso osservazioni e misure condotte esclusivamente al suolo oppure utilizzando immagini acquisite con attività di telerilevamento (foto aeree, immagini da satellite). L'approccio che prevede



esclusivamente un rilievo di campo è ritenuto in genere poco efficiente, mentre una inventariazione condotta solamente attraverso il telerilevamento può evidenziare anche grossolane approssimazioni sia nelle classificazioni specifiche sia nelle determinazioni quantitative e qualitative corrispondenti. Modalità considerate efficienti ed efficaci si basano sull'impiego di procedure in cui le immagini telerilevate sono usate per la classificazione dell'uso del suolo e del tipo di copertura forestale, per la ripartizione in insiemi omogenei delle formazioni forestali (in genere chiamati *strati*) e quindi per la misura o la stima dell'estensione territoriale di tali entità, mentre sono impiegate misure condotte direttamente sul terreno per acquisire e restituire in forma aggregata informazioni dettagliate sulle condizioni dei soprassuoli forestali e delle stazioni in cui vegetano.

Un altro fattore rilevante riguarda le modalità di osservazione della popolazione in esame, distinguendo nettamente l'approccio campionario, in cui viene individuato e rilevato un sottoinsieme limitato della stessa popolazione dal quale trarre risultanze e conclusioni sull'intero insieme, da quello di tipo censuario in cui tutte le unità della popolazione vanno individuate e misurate. Per gli inventari forestali che interessano grandi superfici, l'approccio campionario è sempre privilegiato poiché esso, da un lato, permette di ottenere informazioni in tempi più brevi e a costi più contenuti e, dall'altro, concentrando l'indagine solo su una frazione della popolazione, dà la possibilità di effettuare osservazioni più accurate ed estese in termini di attributi da misurare con l'impiego di personale appositamente addestrato e il cui lavoro può essere più facilmente organizzato e controllato (CORONA *et al.*, 2001); per territori molto vasti come quelli di una grande regione o dell'intera nazione, l'adozione di un procedimento campionario non è eludibile.

Altri fattori che influiscono in maniera rilevante sui costi e quindi sul disegno inventariale adottabile sono gli standard di precisione prescelti, l'estensione complessiva del territorio da osservare e la dimensione minima delle unità di evidenziazione dei risultati. I costi di realizzazione di un inventario infatti crescono all'aumentare del dettaglio informativo richiesto, all'aumentare della precisione prescelta – o, con altre parole, al diminuire dell'incertezza - nella formulazione delle principali stime inventariali, con la necessità o la scelta di addivenire a stime indipendenti per ripartizioni geografiche, ecologiche o amministrative che frazionino notevolmente il territorio osservato.

Il disegno complessivo di un inventario forestale scaturisce dunque dall'esame e dal confronto tra obiettivi da raggiungere e procedure e strumenti che effettivamente è

possibile impiegare, con attenzione ai costi che risulta necessario sostenere nell'ambito di ciascuna opzione.

Tra le motivazioni generali di un inventario forestale nazionale, già formulate e illustrate in altri documenti progettuali, si possono senz'altro ricordare:

- la volontà di fornire un quadro generale del patrimonio boschivo nazionale a chiunque sia interessato alla sua conoscenza, per soddisfare una necessità di informazione della società civile e per configurare e trasmettere una realistica descrizione delle risorse forestali della nazione e delle sue principali articolazioni amministrative a chi per compiti istituzionali, per studio, per professione, per attività economiche, per vocazione o altro, deve operare e interagire con questa importante componente del territorio nazionale;
- il desiderio di costruire e proporre un insieme coerente e dettagliato di conoscenze sulle formazioni forestali a chi si occupa della gestione, della tutela e della valorizzazione di tali risorse;
- l'opportunità di configurare una base di dati consistente e dettagliata, in grado di confluire senza particolari difficoltà in un sistema informativo a valenza forestale, territoriale e ambientale, necessario per la definizione delle politiche forestali e per la valutazione dei loro effetti.

Oltre a queste, altre indicazioni avute dalla committenza e attentamente considerate in sede progettuale riguardano:

- l'esigenza primaria di porre attenzione alle tendenze e agli indirizzi uniformatori che stanno maturando a livello sovranazionale, in particolare a livello comunitario, per la rilevazione, per il monitoraggio e per la rappresentazione delle informazioni relative alle risorse forestali;
- la necessità di acquisire le conoscenze di base per fare valutazioni e stime - difendibili e certificabili - inerenti alle quantità di carbonio presenti negli ecosistemi forestali e alle loro dinamiche, per contribuire alla formulazione di un quadro conoscitivo generale come richiesto da accordi internazionali;

- la volontà di adottare il territorio delle Regioni e Province autonome come unità minima di evidenziazione dei risultati inventariali<sup>1</sup>, in funzione dei più recenti orientamenti legislativi e organizzativi; le informazioni inventariali dovranno presentare per tali unità amministrative incertezze campionarie accettabili, almeno per le più significative ripartizioni della superficie forestale e per alcuni attributi quantitativi ad esse associati;
- la possibilità di produrre insiemi di informazioni a diversi livelli territoriali. Può essere opportuno, ad esempio, porsi l'obiettivo di formulare le stime di estensione di raggruppamenti più o meno ampi di popolamenti forestali ad un livello più dettagliato (Regione o Provincia autonoma) e limitarsi invece ai livelli territoriali di maggior aggregazione (nazionale o interregionale) per le determinazioni degli attributi (quantitativi e qualitativi) relativi agli stessi gruppi di popolamenti.

Per quanto attiene alle informazioni inventariali attese, si possono qui dare solo alcune indicazioni a titolo di esempio, mentre un'idea più ampia e dettagliata può essere derivata scorrendo l'elencazione degli attributi osservati in prima, in seconda e in terza fase. I risultati che riscuotono in genere più interesse sono quelli relativi all'estensione, totale e per suddivisioni categoriche, del territorio e ovviamente delle aree boscate; tra questi si possono ricordare: la ripartizione del territorio per classi di uso del suolo e di copertura forestale, la ripartizione della superficie forestale secondo categorie compositive, colturali e strutturali, la ripartizione della superficie forestale per classi di densità e di età dei soprassuoli, per modalità di caratteri fisici del territorio, la ripartizione della superficie forestale per unità amministrative, per modalità di vincoli territoriali e di protezione, la ripartizione della superficie forestale per forme di proprietà e di usi prevalenti e altre ancora. A questo tipo di risultati vanno naturalmente associati quelli che esprimono lo stato delle formazioni forestali, ad esempio il numero di alberi, la fitomassa arborea presente, il volume legnoso commerciale, l'incremento legnoso, e altri ancora, sia totali sia per unità di superficie. Numerosi insiemi di dati scaturiscono poi da specifiche intersezioni per attributi, modalità e ripartizioni territoriali.

Questa breve sintesi sugli approcci metodologici possibili e sulle finalità generali e specifiche, individuate per una idonea progettazione e realizzazione dell'inventario forestale nazionale, permette di comprendere nei suoi elementi essenziali il disegno di

---

<sup>1</sup> Ovviamente tale scelta non preclude minimamente la possibilità di aggregazione dei risultati inventariali per ambiti geografici più ampi, ad esempio insiemi di regioni simili o l'intera nazione, ambiti per i quali la qualità dell'informazione - in termini di precisione statistica - sarà proporzionale alla loro estensione territoriale

inventariazione forestale che si propone e si illustra in questo documento. Ovviamente alla formulazione di tale disegno si è giunti attraverso un'analisi che ha considerato le limitate esperienze maturate in Italia confrontandole con le numerose attività inventariali descritte nella letteratura internazionale di settore, valutandone pregi e difetti in relazione soprattutto ai costi da sostenere, alle informazioni da raccogliere e alla disponibilità di supporti informativi prontamente impiegabili, utilizzando a tal fine anche le osservazioni, i risultati e l'esperienza acquisita con lo studio preliminare appositamente svolto (ISAF, 1999).

Di seguito sono brevemente riassunti i principali aspetti metodologici che caratterizzano il progetto di inventario forestale nazionale, a partire dallo schema di campionamento proposto, per proseguire poi con gli schemi di classificazione per gli usi del suolo e per i tipi di copertura forestale, con le procedure di individuazione, materializzazione e reperimento al suolo dei punti di campionamento di seconda e di terza fase, con la descrizione del rilievo degli attributi di interesse inventariale e, infine, con i procedimenti operativi predisposti per la raccolta e l'archiviazione delle informazioni. La trattazione completa e dettagliata di tali argomenti è disponibile sui vari documenti di progetto appositamente predisposti e citati in bibliografia.

## 2 LO SCHEMA DI CAMPIONAMENTO ADOTTATO

Nell'ambito degli inventari forestali di ampie superfici, uno schema di campionamento largamente impiegato è quello conosciuto come *campionamento doppio per la stratificazione* (HUSCH *et al.*, 1982; DE VRIES, 1986; SCHREUDER *et al.*, 1993). Si tratta essenzialmente di un procedimento di selezione e di osservazione di due insiemi campionari, in cui il primo - molto numeroso e individuato utilizzando supporti informativi telerilevati - viene impiegato per stimare l'estensione degli strati in cui è divisa l'intera popolazione e il secondo - molto meno numeroso e individuato al suolo entro le formazioni forestali - fornisce le informazioni sugli attributi descrittivi di tali formazioni che vanno associate alle stime di estensione prodotte con il campione precedente.

Qualora si disponga di un supporto informativo ottenuto con il telerilevamento (in genere foto aeree con caratteristiche particolari) con cui sia possibile valutare con accuratezza per

ogni unità di osservazione del primo insieme l'appartenenza alla popolazione indagata e ad uno degli strati in cui la si intende suddividere, questo disegno risulta idoneo ed efficiente per l'inventariazione delle aree forestali. Qualora invece il supporto informativo disponibile, per le sue caratteristiche intrinseche o per le modalità con cui viene definita la popolazione da esaminare, non permetta un'accurata valutazione di appartenenza delle unità di campionamento del primo insieme alla popolazione stessa e ad uno degli strati in cui è suddivisa, il disegno sopra citato non può più essere adottato nella sua articolazione originaria.

È questo il caso che si presenta qualora si disponga di immagini satellitari o anche di ortofoto digitali, supporti che non permettono di osservare alcune particolari grandezze *operativamente* impiegate nella definizione di foresta (ad es. l'altezza del soprassuolo o la sua composizione generica (alberi o arbusti), né di assegnare gli stessi soprassuoli forestali a classi di composizione specifica con livelli di accuratezza sufficientemente elevati (ISAFA, 1999).

Tra le procedure operative che è possibile approntare per superare questa difficoltà tecnica dovuta ad una non completa congruenza tra l'informazione contenuta sulle immagini disponibili e l'informazione necessaria per operare classificazioni corrette e accurate, quella ritenuta più idonea e di relativamente pratica gestione comporta una modifica dello schema di campionamento a due fasi sopra delineato. La modifica consiste essenzialmente nel trasferire i compiti di classificazione a due momenti campionari in luogo di uno solo, inserendo così nello schema originario una ulteriore fase di campionamento; lo schema risulta così articolato in tre fasi, le prime due di classificazione e quindi di stima dell'estensione della popolazione di interesse e delle sue possibili articolazioni (strati), la terza per la consueta osservazione su un campione di ridotte dimensioni degli attributi di interesse inventariale.

Lo schema di campionamento che si propone dunque di impiegare per l'inventario forestale nazionale<sup>2</sup>, conosciuto anche come *campionamento triplo per la stratificazione*, prevede:

- La selezione su immagini telerilevate di un insieme di unità di campionamento che interessano tutto il territorio nazionale e con le quali operare una prima, semplice e

---

<sup>2</sup> Questo disegno è stato proposto anche per l'inventario forestale della Regione Abruzzo (INVENTARIO FORESTALE DELLA REGIONE ABRUZZO, 2003), per cui le argomentazioni esposte per motivare lo schema di campionamento prescelto e la sua descrizione risultano del tutto analoghe.

sicura ripartizione delle diverse modalità di uso del suolo, tra cui ovviamente anche quella potenzialmente forestale. L'assegnazione all'uso forestale è provvisoria, poiché basata solo su *alcuni* degli elementi necessari all'individuazione delle aree boscate (estensione, copertura e larghezza minime); a questo livello sono riconosciute classi e sottoclassi di uso del suolo quali, ad esempio per il contesto forestale, le *Formazioni forestali*, le *Formazioni forestali rade*, le *Aree temporaneamente prive di soprassuolo*, le *Piantagioni di arboricoltura da legno*.

- La selezione di un sottoinsieme, numericamente più contenuto, a partire esclusivamente da quella frazione delle unità campionarie precedentemente e temporaneamente assegnate al contesto forestale. Le unità di campionamento sono rilevate al suolo e l'appartenenza alle diverse categorie dapprima inventariali (*Boschi*, *Boschi bassi*, *Boscaglie*, *Boschi radi*, *Arbusteti*) e poi forestali (ad es. per i *Boschi*, *Faggete*, *Querceti a rovere*, *roverella e farnia*, *Castagneti*, *Pinete mediterranee*, *Boschi igrofilii*, ecc.) viene riconosciuta e assegnata con grande accuratezza.

Questa seconda fase, integrata con la prima, permette di giungere ad un riconoscimento accurato e quindi alla stima dell'estensione territoriale delle diverse classi di uso del suolo e di copertura forestale, con la consapevolezza di un impiego *operativo corretto e robusto* delle definizioni dei diversi usi del suolo, tra le quali ovviamente (e con particolare attenzione) quella di superficie boscata. Con il campione di seconda fase si raccolgono anche informazioni su alcuni attributi qualitativi che, per lo spesso elevato numero di modalità in cui si articolano, richiedono insiemi campionari abbastanza numerosi per ottenere stime sufficientemente precise.

E' importante segnalare che nella selezione del campione di seconda fase va seguito un criterio di ripartizione delle unità campionarie su base territoriale, prevedendo per ogni singola Regione e Provincia Autonoma un contingente di osservazioni proporzionale all'estensione – stimata in prima fase – delle classi e sottoclassi di uso del suolo riconosciute di interesse forestale.

- La selezione di un terzo insieme campionario, composto da una frazione di unità di campionamento di seconda fase definitivamente assegnate all'area forestale e distribuito in modo proporzionale all'estensione delle ripartizioni (strati) previste per tale uso del suolo, con cui osservare gli attributi quantitativi e qualitativi di più stretto interesse forestale .

Di seguito sono illustrati i principali aspetti operativi connessi a ciascuna delle tre fasi campionarie indicate.

## 2.1 Il dimensionamento e la selezione del campione di prima fase.

Come in molti studi di carattere ambientale, anche per gli inventari forestali su grandi superfici si verifica che la popolazione in esame sia costituita da un insieme di oggetti variamente sparsi nell'area di studio e dei quali non è possibile ottenere a priori - a costi sostenibili - una lista completa. In questi casi si ricorre ad una particolare tecnica di campionamento, detta *campionamento all'incontro*, in cui le unità campionarie osservate sono quelle posizionate nell'area di studio secondo un determinato disegno di distribuzione spaziale (FATTORINI e PISANI, 1999).

Nel caso degli inventari forestali a livello nazionale e regionale, le modalità dell'incontro (posizionamento) di unità di campionamento opportunamente definite si concretizzano attraverso l'impiego di un insieme di punti distribuiti sul territorio secondo alcuni possibili schemi. Più precisamente, per poter condurre un campionamento sufficientemente intenso, si utilizzano supporti telerilevati (immagini) del territorio oggetto di studio; a queste immagini si sovrappone poi un reticolo geometrico, a maglie di forma regolare (di solito quadrata) e di dimensioni costanti, attraverso il quale definire inequivocabilmente un insieme di punti di sondaggio; in molti casi sono utilizzati i punti individuati dai nodi del reticolo geometrico delle coordinate planimetriche adottate, mentre in altri casi - soprattutto recentemente, per una maggiore attenzione ad alcuni importanti principi della teoria dei campioni (FATTORINI *et al.*, 2002a, 2002b) - sono impiegati punti selezionati con criterio di casualità entro le maglie.

Questa modalità di distribuzione dei punti di sondaggio, che assicura una completa e uniforme esplorazione dell'area in studio pur garantendo una scelta casuale di ogni singolo punto di campionamento entro la rispettiva maglia, è anche conosciuta con il termine di *campionamento sistematico non allineato* (GALLEGO, 1995).

Nel caso particolare dell'inventario forestale nazionale, non è stato però seguito esattamente un approccio di tipo cartografico come quello appena descritto, poiché il reticolo risultante appariva abbastanza impreciso in alcune aree periferiche del territorio

nazionale. E' stato invece adottato un criterio geodetico costruendo un reticolo di distribuzione dei punti di sondaggio appoggiato ai meridiani e paralleli geografici, le cui maglie evidenziano una localizzazione più accurata in ogni parte del piano esplorato e rappresentano ciascuna rigorosamente una quantità costante di superficie territoriale, pur avendo una forma leggermente diversa al variare della latitudine e longitudine (INFC, 2003e). All'interno di ogni maglia viene poi individuato con criterio casuale un punto di sondaggio.

Ovviamente la dimensione delle maglie del reticolo definisce l'intensità del campionamento che, in questo caso, risulta essere di un punto di sondaggio ogni cento ettari di territorio nazionale, per cui l'intero campione di prima fase è costituito da oltre 301 000 punti. A questa dimensione del reticolo si è giunti partendo dalla esigenza di ottenere informazioni sufficientemente attendibili a livello di singola Regione o Provincia Autonoma. Per informazioni sufficientemente attendibili si intende qui l'ottenimento di stime di alcune principali grandezze di inquadramento delle risorse forestali a cui viene associato un errore campionario abbastanza contenuto (alcuni punti percentuali). Come si può osservare nella tabella 2.1, predisposta con le risultanze del campionamento di prima fase, le stime provvisorie dell'estensione delle formazioni forestali, dense e rade, comprensive delle aree temporaneamente prive di soprassuolo e degli impianti di arboricoltura da legno, al netto delle superfici incluse di varia natura entro le aree boscate, risultano corredate di incertezze campionarie decisamente contenute, superando queste il 3% solo nel caso della Valle d'Aosta, per la quale l'estensione del territorio boscato è stimata essere di poco superiore a 100 000 ettari, e il 2% solo nei casi del Molise e della Puglia, ove l'estensione del territorio boscato è stimata essere inferiore a 200 000 ettari. Per l'intera nazione, l'estensione del territorio boscato come sopra definito risulta provvisoriamente stimata con una incertezza campionaria molto contenuta (intorno a 0.2%).

Le stime sull'estensione delle aree boscate riportate nella tabella 2.1 derivano dai risultati dell'attività di fotointerpretazione che è stata completata e collaudata per tutto il territorio nazionale.



Tabella 2.1 – *Stime definitive del numero di punti di sondaggio di prima fase e stime provvisorie dell'estensione del territorio boscato e delle corrispondenti incertezze attese, per i diversi distretti territoriali considerati.*

| Distretto territoriale | Superficie territoriale (ettari) | Numero di punti di prima fase | Stima estensione comparto forestale (ettari) | Stima errore standard % |
|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
| Piemonte               | 2 542 164                        | 25 420                        | 955 862                                      | 1.0                     |
| Valle d'Aosta          | 325 121                          | 3 251                         | 104 807                                      | 3.1                     |
| Lombardia              | 2 387 854                        | 23 877                        | 674 844                                      | 1.2                     |
| Alto Adige             | 738 448                          | 7 384                         | 343 622                                      | 1.7                     |
| Trentino               | 622 040                          | 6 220                         | 400 326                                      | 1.6                     |
| Veneto                 | 1 840 119                        | 18 400                        | 435 628                                      | 1.5                     |
| Friuli V.G.            | 783 851                          | 7 838                         | 350 023                                      | 1.7                     |
| Liguria                | 538 135                          | 5 381                         | 391 025                                      | 1.6                     |
| Emilia Romagna         | 2 214 443                        | 22 143                        | 633 141                                      | 1.2                     |
| Toscana                | 2 298 448                        | 22 983                        | 1 184 176                                    | 0.9                     |
| Umbria                 | 844 254                          | 8 442                         | 385 525                                      | 1.6                     |
| Marche                 | 971 663                          | 9 716                         | 310 820                                      | 1.8                     |
| Lazio                  | 1 720 211                        | 17 201                        | 623 240                                      | 1.3                     |
| Abruzzo                | 1 081 070                        | 10 810                        | 452 329                                      | 1.5                     |
| Molise                 | 443 029                          | 4 430                         | 145 309                                      | 2.6                     |
| Campania               | 1 361 288                        | 13 612                        | 487 431                                      | 1.4                     |
| Puglia                 | 1 933 125                        | 19 330                        | 190 012                                      | 2.3                     |
| Basilicata             | 998 964                          | 9 989                         | 365 324                                      | 1.6                     |
| Calabria               | 1 506 497                        | 15 064                        | 630 941                                      | 1.2                     |
| Sicilia                | 2 571 166                        | 25 710                        | 366 324                                      | 1.6                     |
| Sardegna               | 2 410 956                        | 24 108                        | 1 242 880                                    | 0.9                     |
| Italia                 | 30 132 845                       | 301 309                       | 10 673 589                                   | 0.2                     |

Si tratta di stime comunque provvisorie, poiché il disegno inventariale prevede che l'applicazione rigorosa delle definizioni di bosco adottate sia possibile soltanto con l'osservazione al suolo in seconda fase.

I dati presentati nella tabella 2.1 costituiscono un esempio di risultati provvisori ottenibili con la prima fase di campionamento: le determinazioni definitive sull'estensione degli strati forestali, con completa coerenza alle definizioni generali adottate, potranno scaturire solo dalla combinazione delle osservazioni ottenute con le prime due fasi campionarie. Le modalità di selezione dei campioni e le corrispondenti formulazioni analitiche di stima delle grandezze inventariali, che bene illustrano l'impiego integrato delle informazioni relative alle prime due fasi campionarie, sono compiutamente esposte nel documento di descrizione del disegno di campionamento (INFC, 2004).

## 2.2 Le modalità di formazione del campione di seconda fase

Come già accennato, l'insieme delle unità di campionamento di seconda fase viene individuato quasi esclusivamente nell'ambito dell'insieme di unità campionarie (punti di sondaggio su ortofoto digitali) che in prima fase sono state temporaneamente assegnate al contesto forestale. A questo va aggiunto un altro sottocampione che deve essere selezionato dall'insieme di punti di prima fase che non è stato possibile classificare sulle ortofoto digitali per cause varie (ombre, difetti dell'immagine, incertezza nel riconoscimento dell'uso del suolo, ecc.). La selezione avviene con le seguenti modalità:

- dall'insieme di punti classificati in prima fase nelle classi e sottoclassi di interesse forestale (*Formazioni forestali, Formazioni forestali rade, Aree temporaneamente prive di soprassuolo, Piantagioni di arboricoltura da legno*) è estratto con criterio casuale un sottoinsieme di punti;
- un altro sottoinsieme di punti deve essere selezionato dalla classe *Punti non classificabili*;
- la selezione di questi due sottoinsiemi deve avvenire anche secondo una stratificazione territoriale basata sui distretti individuati dalle Regioni e Province autonome.

Per i due sottoinsiemi appena citati, il numero di punti selezionati a caso entro ciascun distretto deve essere proporzionale all'estensione relativa del territorio classificato in tali ripartizioni rispetto a quella totale nazionale. Se, ad esempio, nella regione Toscana si osservano 11 876 punti appartenenti alle classi e sottoclassi sopra dette e questi rappresentano 11.23% dei corrispondenti punti di campionamento a livello nazionale (nella previsione che questi siano complessivamente 105 758), allora il sottoinsieme di punti forestali di seconda fase da estrarre tra quelli ricadenti entro il territorio di tale regione dovrà avere una numerosità pari al 11.23% del numero complessivo dei punti forestali di seconda fase da individuare a livello nazionale; nel caso che questi ultimi siano fissati pari

a 30.000<sup>3</sup>, il numero di punti di seconda fase da selezionare per la Toscana diventerebbe uguale a 3 369, cioè pari a 30 000 x 0.1123 (vedi anche la tabella 2.2).

Tabella 2.2 – Numerosità campionarie di prima e di seconda fase per la Regione Toscana.

|                            | <b>Formazioni forestali senza inclusi</b> | <b>Formazioni forestali rade senza inclusi</b> | <b>Aree temp. prive di soprassuolo</b> | <b>Impianti di arboricoltura da legno</b> | <b>Punti non classificabili</b> | <b>Totali</b> |
|----------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Numerosità di prima fase   | 11 693                                    | 40                                             | 21                                     | 84                                        | 38                              | 11 876        |
| Numerosità di seconda fase | 3 312                                     | 12                                             | 10                                     | 25                                        | 10                              | 3 369         |

E' ora necessario ripartire tale numero di punti entro ciascuna classe e sottoclasse coinvolta. Partendo dalla classe dei punti non classificabili in prima fase, il numero di punti da osservare in seconda fase è pari al 20% di quelli trovati in prima fase, tranne quando la numerosità di prima fase risulta inferiore a 50; in questi casi si è stabilito di osservare al suolo comunque 10 unità campionarie o di osservarle tutte qualora la numerosità di prima fase risulti inferiore a 10 (ad esempio in Toscana la numerosità campionaria di seconda fase per questa classe è fissata pari a 10). Per le sottoclassi relative alle Formazioni forestali rade, alle Aree temporaneamente prive di soprassuolo e all'Arboricoltura da legno, va usato lo stesso criterio, fissando però un tasso di campionamento pari al 30% (in Toscana detti numeri risultano pari a 12, 10 e 25). Infine, per la sottoclasse delle Formazioni forestali, il numero di punti di seconda fase è fissato pari alla differenza tra il numero complessivo sopra determinato (3 369) e la somma delle numerosità stimate per le altre sottoclassi (57), risultando nel caso della Toscana pari a 3 312.

Nel precedente capoverso è stato introdotto il concetto di tasso di campionamento di seconda fase e nelle argomentazioni proposte si è fatta l'ipotesi che tale tasso possa assumere il valore del 20% nel caso dell'insieme dei punti non classificabili in prima fase e

<sup>3</sup> Tale numerosità è stata fissata come valore massimo del numero di punti di seconda fase operativamente ed economicamente sostenibile, determinando così un tasso di campionamento complessivo di seconda fase compreso tra 28 e 29%.

del 30% nel caso degli insiemi di punti assegnati alle sottoclassi di interesse forestale. È evidente che la scelta del valore di tale tasso sia guidata soprattutto da considerazioni di carattere economico abbinate a valutazioni di carattere statistico, queste ultime relative alla precisione delle stime di interesse inventariale ottenibili con le informazioni acquisite con le prime due fasi di campionamento.

Allo stato attuale dell'attività di progettazione risulta abbastanza difficile formulare previsioni accurate sulle incertezze delle stime ottenibili ai diversi livelli territoriali (di regione o provincia autonoma, di gruppi di regioni, di nazione), poiché tali incertezze sono intimamente legate all'entità stessa dei valori assunti dalle varie grandezze di interesse, valori che sono proprio l'obiettivo primario dell'indagine inventariale. Comunque a titolo di esempio, da considerare puramente indicativo e basato su ipotesi verosimili ma prive per ora di concreti riscontri inventariali, si propongono in tabella 2.3 alcune risultanze attese per il territorio della regione Toscana, per il quale si dispone a priori di stime di estensione prodotte dall'inventario forestale regionale (AAVV, 1998).

Tabella 2.3 - *Stime indicative dell'estensione di alcune categorie forestali e dell'incertezza campionaria attesa, per il territorio della Regione Toscana.*

| <b>Categoria inventariale</b> | <b>Categoria forestale</b>                        | <b>Estensione<br/>(ettari)</b>  | <b>Errore standard<br/>percentuale</b> |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| Boschi (secondo FRA2000)      | leccete                                           | 50 124                          | 8.3                                    |
|                               | boschi di cerro, farnetto, fragno, vallonea       | 161 316                         | 4.4                                    |
|                               | castagneti                                        | 124 252                         | 5.1                                    |
|                               | faggete                                           | 60 714                          | 7.5                                    |
|                               | boschi di rovere, roverella e farnia              | 86 129                          | 6.2                                    |
|                               | pinete di pino nero, pino laricio e pino loricato | 16 590                          | 14.5                                   |
|                               | boschi di abete bianco                            | 12 355                          | 16.8                                   |
|                               | pinete di pini mediterranei                       | 56 478                          | 7.8                                    |
|                               | Arbusteti                                         | Macchia, arbusteti mediterranei | 110 839                                |

Valutazioni analoghe sono possibili per tutte le regioni o province autonome sulle quali è stato condotto il campionamento e per le loro possibili aggregazioni (per gruppi di regioni o

per l'intera nazione). Stime accurate della ripartizione delle superfici nelle categorie inventariali e in quelle forestali saranno comunque disponibili soltanto dopo il completamento dei rilievi di seconda fase al suolo.

### 2.3 Le modalità di formazione del campione di terza fase

Per descrivere agevolmente e senza formalismi le modalità di selezione del campione di terza fase è preferibile partire da un esempio. Considerando il territorio di una Regione, per esso è stato individuato in seconda fase un sottoinsieme di punti afferente ad una categoria forestale, ad es. le faggete, partendo dall'insieme di punti di sondaggio di prima fase classificati come forestali; è stato eventualmente individuato in seconda fase anche un altro sottoinsieme di punti afferente alla stessa categoria partendo da quell'insieme di punti di sondaggio che non era stato possibile classificare sulle ortofoto per problemi vari. Per ciascuno di questi due sottoinsiemi, viene estratto un ulteriore sottoinsieme di dimensioni ovviamente più limitate che costituisce il campione di terza fase, per quella categoria forestale (le faggete) e per quella Regione.

Per questi punti di sondaggio così selezionati, è necessario il loro ritrovamento sul terreno, peraltro largamente facilitato dall'attività di posizionamento e marcatura già svolta in seconda fase. Una volta rintracciati, attorno ad essi vengono materializzate le aree di saggio (*plot*) attraverso le quali condurre le osservazioni e misure necessarie per valutare gli attributi di interesse inventariale<sup>4</sup>.

Fare una previsione della numerosità del campione complessivo di terza fase è ancora più arduo della stima condotta per la fase precedente, data la ridottissima conoscenza a priori di cui attualmente si dispone; considerando però i costi di realizzazione di una unità di campionamento di terza fase – prevedibilmente se ne potrà fare in media una al giorno – e ipotizzando di realizzare una trentina di sondaggi per ciascuna categoria forestale e per ciascuna Regione o Provincia autonoma, stimando per ciascuna di queste ultime una presenza media di una quindicina di categorie, si perviene alla conclusione che il numero

---

<sup>4</sup> Il documento in cui è descritto il protocollo di rilievo e sono elencati gli attributi da osservare in terza fase non è al momento ancora pronto. Di questo è disponibile una prima bozza che andrà discussa e perfezionata nei prossimi mesi, per essere disponibile al momento dell'attivazione delle procedure di campionamento di terza fase.

totale di unità di campionamento di terza fase sarà prossimo a 10 000. Vale sempre la considerazione che, se le risorse lo permettono, realizzare un campionamento più intenso comporta benefici non trascurabili nella riduzione delle incertezze delle stime inventariali di interesse, soprattutto al livello più basso di evidenziamento dei risultati che è in questo caso la singola Regione o Provincia autonoma.

### 3 LA CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI CAMPIONAMENTO

Il sistema di classificazione adottato per l'inventario forestale nazionale è studiato in modo da soddisfare, per quanto possibile, le esigenze dei diversi utilizzatori e salvaguardare la possibilità di integrare fra loro dati e informazioni raccolti in differenti indagini territoriali. Esso prevede essenzialmente tre livelli, quello delle *classi e sottoclassi di uso del suolo*, quello delle *categorie inventariali*, ulteriori ripartizioni degli usi del suolo di maggior interesse per l'inventario nazionale, e infine il livello delle *categorie forestali*, definite dalla composizione specifica delle fitocenosi ( tabella 3.1).

Nella definizione del sistema di classificazione particolare attenzione è stata posta alla coerenza con gli standard internazionali, che costituiscono il naturale riferimento di indagini territoriali a livello nazionale quali il presente progetto. La definizione di bosco adottata infatti è la stessa stabilita e utilizzata dalla FAO per il *Forest Resources Assessment* dell'anno 2000 (FRA2000) e confermata anche per le successive indagini FAO<sup>5</sup>, mentre per la classificazione dell'uso del suolo si è fatto riferimento al sistema di classificazione europeo *CORINE Land Cover* (COMMISSIONE EUROPEA,1993). Il livello gerarchico inferiore all'uso del suolo, quello delle *categorie inventariali*, costituisce la traduzione in forma operativa della definizione di bosco FAO integrata con gli standard fissati nell'ambito del protocollo di Kyoto e discussi dal tavolo tecnico nazionale costituitosi nel corso del 2002 e che ha visto la partecipazione del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, coinvolti nell'attuazione del protocollo stesso. Infine per ciascuna delle categorie di vegetazione distinte con l'inventario, le *categorie* e le *sottocategorie forestali*, che costituiscono l'ultimo livello gerarchico del sistema di classificazione, esiste una corrispondenza con una o più classi

---

<sup>5</sup> La definizione adottata è diversa rispetto a quella del primo inventario forestale nazionale (IFNI'85). Infatti la nuova definizione risulta più estesa riguardo al criterio della copertura, che passa dal 20 al 10% e più restrittiva in relazione alla superficie minima (da 2.000 a 5.000 m<sup>2</sup>). Il cambiamento è giustificato dalla necessità di confronto in ambito internazionale dei dati relativi alle aree forestali ai fini della definizione di politiche forestali a valenza globale. In tal senso il recepimento da parte italiana della definizione FAO adottata per il *Forest Resource Assessment* (FRA) (UN-ECE/FAO, 2000) è risultato in pratica una scelta obbligata. Peraltro è stata questa una delle indicazioni – proposta per tutti i paesi UE – scaturita da un recente studio europeo (EFICS – KÖHL, PÄIVINEN, 1997) condotto allo scopo di armonizzare i dati inventariali in ambito comunitario. Di fatto alcuni paesi, anche a lunga tradizione inventariale, hanno già aderito al suggerimento o si sono orientati ad adottare quanto prima la definizione FAO. Nell'ambito della progettazione dell'INFC è stato anche condotto dall'ISAFa uno studio finalizzato ad analizzare gli effetti della diversa definizione di bosco sulle stime di superficie (DE NATALE *et al.*, 2003).

del sistema europeo di classificazione degli ambienti naturali *CORINE Biotopes* (AAVV, 1991; INFC, 2003a).

Come già descritto nel capitolo 2 la classificazione delle unità di campionamento, essenziale per la stima delle superfici forestali e delle sue ripartizioni in tipi di copertura e di vegetazione, avviene in due momenti: la fotointerpretazione di prima fase e i rilievi al suolo di seconda fase. Mediante una procedura speditiva di fotointerpretazione su ortofoto digitali in bianco e nero viene classificato in prima fase l'uso del suolo secondo un sistema di classificazione derivato dal *Corine Land Cover Classification System* e adattato alle esigenze dell'inventario forestale nazionale. In questa fase vengono attribuiti alla classe *Aree boscate* i punti di campionamento caratterizzati da una copertura arborea o arbustiva superiore alla soglia minima adottata (cfr. § 3.1) oltre ai punti temporaneamente privi di copertura per cause antropiche o naturali. In seconda fase la copertura arboreo-arbustiva osservata su ortofoto viene ripartita nelle sue due componenti, alberi e arbusti, allo scopo di distinguere i boschi veri e propri dalle altre formazioni forestali (arbusteti, boscaglie, ecc., cfr. § 3.2).

Tabella 3.1 – Sistema di classificazione adottato per l'INFC (in versione semplificata, per i dettagli dei livelli inferiori vedi paragrafi seguenti).

| COD                                               | CLASSI DI USO DEL SUOLO<br>Prima fase                                                                                                                                                                                                      | COD                                      | CATEGORIE<br>INVENTARIALI<br>Seconda fase                                                               | COD                                                | CATEGORIE<br>FORESTALI                                                                                                                                                  | SOTTOCATEGO<br>RIE FORESTALI                                                                                       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                                         |                                                    | Seconda fase                                                                                                                                                            |                                                                                                                    |
| 1<br>1.1<br>1.2                                   | Superfici artificiali<br>Parchi urbani<br>Altre superfici artificiali                                                                                                                                                                      | -                                        | -                                                                                                       | -                                                  | -                                                                                                                                                                       | -                                                                                                                  |
| 2<br>2.1<br>2.2                                   | Superfici agricole<br>Impianti di arboricoltura da legno<br>Altre superfici agricole                                                                                                                                                       | IA                                       | Impianti di arboricoltura                                                                               | 18<br>19<br>21                                     | Pioppeti artificiali<br>Piantagioni di altre lat.<br>Piantagioni di conifere                                                                                            | -                                                                                                                  |
| 3<br>3.1<br>3.1.a<br>3.1.b<br>3.1.c<br>3.2<br>3.3 | Superfici boscate e ambienti seminat.<br><br>Aree boscate<br><br>Formazioni forestali<br><br>Formazioni forestali rade<br><br>Aree temp. Prive di soprassuolo<br><br>Praterie, pascoli e incolti<br>Aree con vegetazione rada o<br>assente | BA<br>BB<br>BS<br>BR<br><br>AR<br><br>AT | Boschi<br>Boschi bassi<br>Boscaglie<br>Boschi radi<br><br>Arbusteti<br><br>Aree temp. Prive di soprass. | 01<br>02<br>03<br>...<br><br>21<br>...<br>24<br>25 | Boschi di larice-cembro<br>Boschi di abete rosso<br>Boschi di abete bianco<br>...<br><br>Arbusteti subalpini<br>...<br>ATPS per cause antrop.<br>ATPS per calamità nat. | 011<br>012<br>013<br>014<br>Larici-cembreto<br>Lariceto in fust. C.<br>Larici isol. In brug.<br>Altre form. Di ... |
| 4                                                 | Zone umide                                                                                                                                                                                                                                 | -                                        | -                                                                                                       | -                                                  | -                                                                                                                                                                       | -                                                                                                                  |
| 5                                                 | Acque                                                                                                                                                                                                                                      | -                                        | -                                                                                                       | -                                                  | -                                                                                                                                                                       | -                                                                                                                  |



Come illustrato poi nel paragrafo 3.3, l'identificazione a terra della specie o del gruppo di specie prevalenti, che avviene sempre con i rilievi di seconda fase, consente inoltre di ripartire i punti di campionamento secondo categorie di vegetazione, le *categorie* e *sottocategorie forestali*, distinte sulla base della specie o del gruppo di specie prevalenti. La classificazione in due tempi delle unità di campionamento appena descritta permette quindi di giungere ad un livello di accuratezza molto elevato e di applicare operativamente in modo coerente e robusto le definizioni adottate.

### 3.1 Le definizioni e il sistema di classificazione dell'uso del suolo

Il sistema di classificazione applicato per la prima fase dell'inventario consente di descrivere e catalogare tutte le forme di uso e copertura del suolo, con un dettaglio diverso a seconda che si tratti di aree boscate o di altre aree.

Come sopra accennato, per il primo livello della tipologia inventariale relativo agli usi del suolo si è fatto riferimento al sistema di classificazione CORINE e in particolare al suo primo livello, le cui classi sono riconoscibili con standard di accuratezza elevati anche da fotointerpreti non particolarmente esperti e in tempi relativamente brevi. Esso prevede le seguenti classi:

- *Artificial surfaces* (superfici artificiali);
- *Agricultural areas* (aree agricole);
- *Forest and semi-natural areas* (aree forestali e seminaturali);
- *Wetlands* (aree umide);
- *Water bodies* (corpi d'acqua).

Le cinque grandi classi di uso del suolo del sistema di classificazione dell'INFC sono analoghe a quelle del sistema CORINE (cfr. tabella 3.1), con un'unica differenza relativa ai castagneti da frutto, che vengono inclusi nella classe 3. *Superfici boscate ed ambienti seminaturali* dell'INFC.

A partire dal secondo livello gerarchico, la classificazione dell'inventario nazionale si discosta dal sistema CORINE allo scopo di focalizzare l'indagine sulle classi di interesse inventariale e migliorare quanto più possibile l'efficienza della stratificazione. Per esempio vengono evidenziate due sole sottoclassi per la classe 1 - *Superfici artificiali*,

rispettivamente la 1.1 - *Parchi urbani* e la 1.2 - *Altre superfici artificiali*, al posto delle tre previste da CORINE per lo stesso livello gerarchico. Inoltre le tre sottoclassi in cui viene ripartita la classe 3 – *Superfici boscate e ambienti seminaturali* non coincidono esattamente con le analoghe sottoclassi del sistema europeo: la sottoclasse 3.1 dell'inventario nazionale infatti include anche gli arbusteti, classificati invece in CORINE in un'altra sottoclasse. Tali differenze sono state introdotte allo scopo di raccordare la classificazione dell'uso del suolo con le definizioni FAO, secondo le quali appunto gli arbusteti fanno parte delle aree boscate. Inoltre la tipologia inventariale prevede la presenza di una sottoclasse per gli impianti di arboricoltura da legno, la 2.1, non prevista dal sistema CORINE.

L'elenco delle classi e delle sottoclassi del primo livello della tipologia INFC, relativo all'uso del suolo, è riportato in tabella 3.1. Per una descrizione dettagliata di questo livello dello schema di classificazione si rimanda al manuale di fotointerpretazione dell'inventario (INFC, 2003b).

Riguardo alle *definizioni di bosco e di altre terre boscate*<sup>6</sup> esiste una perfetta corrispondenza tra l'INFC e le relative definizioni FAO, riportate di seguito.

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bosco:</b>               | territorio con copertura arborea maggiore del 10% su un'estensione maggiore di 0,5 ha. Gli alberi devono poter raggiungere un'altezza minima di 5 m a maturità <i>in situ</i> . Può trattarsi di formazioni chiuse o aperte. Soprassuoli forestali giovani, anche se derivati da piantagione, o aree temporaneamente scoperte per cause naturali o per l'intervento dell'uomo, ma suscettibili di ricopertura a breve termine secondo i requisiti sopra indicati, sono inclusi nella definizione di bosco. Sono inoltre inclusi: vivai forestali e arborei da seme (che costituiscono parte integrante del bosco); strade forestali, fratte tagliate, fasce tagliafuoco e altre piccole aperture del bosco; boschi inclusi in parchi nazionali, riserve naturali e altre aree protette; barriere frangivento e fasce boscate di larghezza superiore a 20 m, purchè maggiori di 0,5 ha. Sono incluse anche le piantagioni finalizzate a scopi forestali comprese quelle di alberi da gomma e le sugherete. |
| <b>Altre Terre Boscate:</b> | territorio con copertura arborea del 5-10% di alberi in grado di raggiungere un'altezza minima di 5 m a maturità <i>in situ</i> oppure territorio con una copertura maggiore del 10% costituita da alberi che non raggiungono un'altezza di 5 m a maturità <i>in situ</i> o da arbusti e cespugli.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

<sup>6</sup> Rispettivamente *Forest e Other Wooded Land* (OWL) secondo la denominazione ufficiale FAO (UN-ECE/FAO, 2000).

Al fine di rendere più uniforme il lavoro, nella classificazione di prima fase si è deciso di adottare le stesse soglie dimensionali indicate nella definizione di bosco per tutti gli usi del suolo considerati.

Nel processo di classificazione dei fotopunti è stato pertanto sempre verificato se il poligono omogeneo cui apparteneva il punto superasse le soglie critiche di 5 000 m<sup>2</sup> di estensione e di 20 m di larghezza. In caso contrario i punti sono stati considerati ricadenti in inclusi e sono stati attribuiti all'uso del poligono più vicino che rispettasse tali soglie.

La presenza degli inclusi è stata registrata soltanto quando questi sono stati ritenuti di interesse inventariale. E' stata pertanto messa a punto una casistica degli inclusi di interesse inventariale comprendenti:

- gli inclusi di uso non forestale per i punti attribuiti al bosco (corrispondenti al concetto tradizionale di incluso adottato comunemente negli inventari forestali);
- gli inclusi di elementi forestali per i punti attribuiti ad usi non forestali (si tratta delle formazioni forestali lineari, filari e siepi e dei boschetti, che rispondono alla definizione di alberi fuori foresta della FAO);
- gli inclusi di corsi d'acqua e strade (da segnalare in quanto tali elementi territoriali raramente superano la larghezza di 20 metri).

Anche per gli inclusi sono state fissate delle soglie minime: gli elementi lineari (strade, corsi d'acqua, formazioni forestali lineari) sono stati segnalati soltanto se di larghezza superiore a 3 metri, mentre quelli di forma più allargata dovevano superare almeno un'estensione di 500 m<sup>2</sup>.

Altre soglie importanti da verificare per la classificazione di punti ricaduti nelle aree boscate riguardavano la copertura arboreo-arbustiva. In caso di formazioni più rade i fotointerpreti hanno dovuto verificare se la soglia minima del 10% di copertura prevista dalla definizione FAO fosse stata raggiunta o in alternativa se la copertura fosse almeno superiore alla soglia del 5% prevista dalla definizione FAO per i boschi radi.

Un'ultima soglia di copertura, questa volta erbacea, pari al 40%, è stata introdotta per distinguere fra la sottoclasse delle *praterie, pascoli e incolti* e quella delle *aree con vegetazione rada o assente*.

La classificazione dell'uso del suolo per i circa 301.000 punti del campione di prima fase è stata fatta sulle ortofoto in bianco e nero disponibili sul Sistema Informativo della

Montagna (SIM) e relative al periodo 2000-2003; per ciascun punto di campionamento è stato fatto riferimento all'ortofoto più recente tra quelle disponibili.

Per agevolare la fotointerpretazione e in particolare la stima dell'estensione e della larghezza dei poligoni e del grado di copertura della vegetazione si è proposto l'impiego di un oggetto grafico denominato *intorno di analisi* costituito da un quadrilatero composto da 9 quadrati contigui di lato pari a 50 m e superficie pari a 2 500 m<sup>2</sup>, di cui quello centrale centrato nel punto di campionamento; attraverso l'intorno è possibile infatti stimare a vista l'estensione del poligono e la sua larghezza per confronto con le dimensioni dei singoli quadrati. All'intorno di analisi è stata inoltre associata una *griglia di punti*, distanti tra loro 10 m; il conteggio dei punti della griglia che intercettano chiome di alberi o arbusti consente di stimare il grado di copertura e di verificare il superamento delle soglie fissate nel quadrato centrale e nei quadrati circostanti. In figura 3.1 è riportata una porzione di ortofoto con intorno di analisi e griglia per la stima della copertura. La parte della griglia individuata dal quadrato centrale viene utilizzata anche in seconda fase per valutare alcuni attributi quali *grado di copertura*, *tessitura* e *presenza e tipo di margini* (vedi tabella 5.1).

Tutto il lavoro di fotointerpretazione è stato sottoposto ad un costante controllo di qualità, secondo una procedura standard definita preliminarmente (INFC, 2003c).



Figura 3.1 – Punto di campionamento INFC come appare sull'ortofoto utilizzata per la fotointerpretazione di prima fase; sono visualizzati l'intorno di analisi e la griglia di punti per la valutazione del grado di copertura.

### 3.2 L'individuazione delle categorie inventariali

Nel corso dei rilievi al suolo di seconda fase viene verificato il tipo di copertura e in particolare viene differenziata la copertura arborea da quella arbustiva, allo scopo di classificare la categoria inventariale. Tale passaggio è reso necessario dall'adozione della definizione di bosco FAO che distingue tra la copertura di specie arbustive e quella di specie arboree e richiede la valutazione dell'altezza potenziale a maturità dei soggetti arborei.

In considerazione della qualità del supporto (ortofoto in bianco e nero) e delle modalità di fotointerpretazione speditive adottate, che non consentono di distinguere, con i livelli di precisione richiesti, tra alberi e arbusti e tra formazioni arboree più o meno sviluppate in altezza, si è proposto di procedere ad una ulteriore classificazione a terra, in seconda fase, che permettesse di evidenziare i boschi dal resto delle formazioni forestali. A questo livello di classificazione è stato dato il nome di *categoria inventariale* e, con riferimento alle stesse definizioni FAO e agli standard concordati per l'applicazione in Italia del protocollo di Kyoto, sono state definite sette diverse categorie:

- i **boschi**, con copertura maggiore del 10% di specie arboree con altezza potenziale *in situ* maggiore di 5 m;
- i **boschi bassi**, con copertura maggiore del 10% di specie arboree con altezza potenziale *in situ* compresa tra 2 e 5 m;
- le **boscaglie**, con copertura maggiore del 10% di specie arboree con altezza potenziale *in situ* inferiore a 2 m
- i **boschi radi**, con copertura compresa tra il 5 e il 10% di specie arboree con altezza potenziale *in situ* maggiore di 5 m;
- gli **arbusteti**, costituiti da specie arbustive e con una copertura di almeno il 10%; gli alberi, se presenti, non superano il 5% di copertura;
- gli **impianti di arboricoltura**;
- le **aree temporaneamente prive di soprassuolo**.

Le regole di classificazione della categoria inventariale sono sintetizzate nel diagramma di figura 3.2 in cui, a sinistra, sono riportate le classi di uso del suolo (solo quelle di interesse per la seconda fase), mentre a destra le categorie inventariali; tra queste in

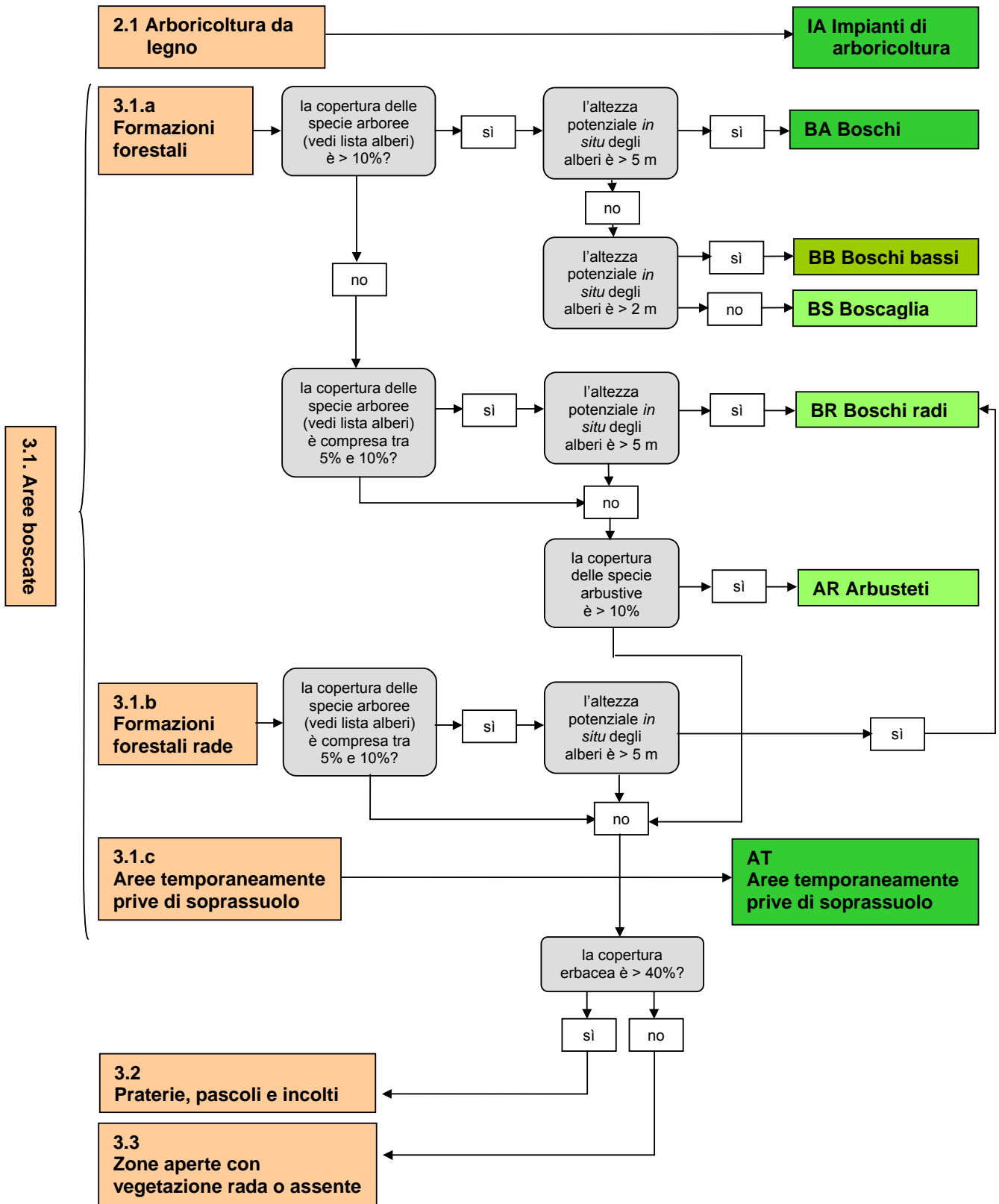


Figura 3.2 – Rappresentazione schematica della procedura di classificazione delle categorie inventariali.

verde scuro sono indicate le categorie che ricadono nelle “Foreste” secondo le definizioni FAO, in verde medio e chiaro quelle che ricadono nelle “Altre terre boscate”

### 3.3 La classificazione della vegetazione forestale.

Successivamente all'individuazione della categoria inventariale si procede, sempre in seconda fase, alla classificazione del tipo di vegetazione sulla base delle specie presenti secondo un criterio di prevalenza all'interno di un'area di osservazione circolare di 2000 m<sup>2</sup> intorno al punto di campionamento (cfr. cap. 5).

Il sistema di classificazione applicato è descritto nella Guida alla classificazione della vegetazione forestale (INFC, 2003a). Questo prevede una prima ripartizione in *cinque grandi gruppi*, i primi tre caratterizzati rispettivamente dalla prevalenza di *conifere*, *latifoglie decidue* e *latifoglie sempreverdi*, i rimanenti due dalla fisionomia della vegetazione, gli *impianti di arboricoltura* e gli *arbusteti*. Vengono poi distinte 23 categorie principali o *categorie forestali* (17 per le formazioni arboree naturali, 3 per gli impianti di arboricoltura e 3 per le formazioni arbustive), caratterizzate ciascuna dalla prevalenza di una specie o di un gruppo di specie; queste vengono ulteriormente distinte in sottocategorie forestali, oltre 90 unità di vegetazione di maggiore dettaglio aventi una più precisata valenza ecologica.

Nelle tabelle che seguono vengono elencate le categorie e sottocategorie forestali previste mentre per la descrizione delle singole unità di vegetazione si rimanda al testo sopra citato.

Tabella 3.2 – *Categorie e sottocategorie forestali previste per le categorie inventariali boschi, boschi bassi, boscaglie e boschi radi.*

| Gruppo   | Categoria forestale       | Sottocategoria forestale                                        |
|----------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| conifere | BOSCHI DI LARICE E CEMBRO | larici-cembreto                                                 |
|          |                           | lariceto in fustaia chiusa                                      |
|          |                           | larici isolati nella brughiera subalpina                        |
|          |                           | altre formazioni di larice e cembro                             |
| conifere | BOSCHI DI ABETE ROSSO     | pecceta subalpina                                               |
|          |                           | pecceta montana                                                 |
|          |                           | altre formazioni con prevalenza di peccio                       |
| conifere | BOSCHI DI ABETE BIANCO    | abetina e abeti-faggeta a <i>Vaccinium</i> e <i>Majanthemum</i> |
|          |                           | abetina a <i>Cardamine</i>                                      |

|                         |                                                   |                                                               |
|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                         |                                                   | abetina a <i>Campanula</i>                                    |
|                         |                                                   | altre formazioni di abete bianco                              |
| conifere                | PINETE DI PINO SILVESTRE E PINO MONTANO           | pineta (pino silvestre) a erica                               |
|                         |                                                   | pineta (pino silvestre) a carice oppure astragali             |
|                         |                                                   | pineta (pino silvestre) a farnia e molinia                    |
|                         |                                                   | pineta (pino silvestre) a roverella e citiso a foglie sessili |
|                         |                                                   | pineta di pino montano                                        |
|                         |                                                   | altre formazioni a pino silvestre e pino montano              |
| conifere                | PINETE DI PINO NERO, PINO LARICIO E PINO LORICATO | pineta a pino nero a erica e orniello                         |
|                         |                                                   | pineta a pino nero a citiso e ginestra                        |
|                         |                                                   | pineta a pino laricio ( <i>Pinus laricio</i> )                |
|                         |                                                   | pineta a pino loricato ( <i>Pinus leucodermis</i> )           |
|                         |                                                   | altre formazioni a pino nero e pino laricio                   |
| conifere                | PINETE DI PINI MEDITERRANEI                       | pinete a pino marittimo ( <i>Pinus pinaster</i> )             |
|                         |                                                   | pinete a pino domestico ( <i>Pinus pinea</i> )                |
|                         |                                                   | pinete a pino d'Aleppo ( <i>Pinus halepensis</i> )            |
| conifere                | ALTRI BOSCHI DI CONIFERE PURI E MISTI             | formazioni a cipresso                                         |
|                         |                                                   | altre formazioni a conifere                                   |
| latifoglie caducifoglie | FAGGETE                                           | faggete mesofile                                              |
|                         |                                                   | faggete acidofile a <i>Luzula</i>                             |
|                         |                                                   | faggete termofile a <i>Cephalanthera</i>                      |
|                         |                                                   | faggete a agrifoglio, felci e campanula                       |
|                         |                                                   | altre formazioni di faggio                                    |
| latifoglie caducifoglie | BOSCHI DI ROVERE, ROVERELLA E FARNIA              | boschi di rovere                                              |
|                         |                                                   | boschi di roverella                                           |
|                         |                                                   | boschi di farnia                                              |
|                         |                                                   | altre formazioni di rovere, roverella o farnia                |
| latifoglie caducifoglie | BOSCHI DI CERRO, FARNETTO, FRAGNO, VALLONEA       | cerrete di pianura                                            |
|                         |                                                   | cerrete collinari e montane                                   |
|                         |                                                   | boschi di farnetto                                            |
|                         |                                                   | boschi di fragno e nuclei di vallonea                         |
|                         |                                                   | altre formazioni di cerro, farnetto, fragno o vallonea        |
| latifoglie caducifoglie | CASTAGNETI                                        | castagneti da legno                                           |
|                         |                                                   | castagneti da frutto, selve castanili                         |
| latifoglie caducifoglie | OSTRIETI, CARPINETI                               | boschi di carpino nero e orniello                             |
|                         |                                                   | boscaglia a carpino orientale                                 |
|                         |                                                   | boschi di carpino bianco                                      |
| latifoglie caducifoglie | BOSCHI IGROFILI                                   | boschi a frassino ossifillo e olmo                            |
|                         |                                                   | boschi a ontano bianco                                        |
|                         |                                                   | boschi a ontano nero                                          |
|                         |                                                   | pioppeti naturali                                             |
|                         |                                                   | saliceti ripariali                                            |
|                         |                                                   | plataneto                                                     |
|                         |                                                   | altre formazioni forestali in ambienti umidi                  |
| latifoglie caducifoglie | ALTRI BOSCHI CADUCIFOGLI                          | acero-tilieti di monte e boschi di frassino, ecc.             |
|                         |                                                   | acereti appenninici                                           |
|                         |                                                   | boschi di ontano napoletano                                   |
|                         |                                                   | boscaglie di <i>Cercis</i>                                    |
|                         |                                                   | betuleti, boschi montani pionieri                             |
|                         |                                                   | robinieti e ailanteti                                         |
|                         |                                                   | altre formazioni caducifoglie                                 |
| latifoglie sempreverdi  | LECCETE                                           | lecceta termofila costiera                                    |
|                         |                                                   | bosco misto di leccio e orniello                              |
|                         |                                                   | lecceta rupicola                                              |
|                         |                                                   | boscaglia di leccio                                           |



|                        |                                    |                                      |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| latifoglie sempreverdi | SUGHERETE                          | sugherete mediterranee               |
|                        |                                    | pascolo arborato a sughera           |
| latifoglie sempreverdi | ALTRI BOSCHI DI LATIFOGIE SEMPREV. | boscaglie termomediterranee          |
|                        |                                    | boschi sempreverdi di ambienti umidi |

Tabella 3.3 – *Categorie e sottocategorie forestali previste per la categoria inventariale degli impianti di arboricoltura.*

|                                |                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------|
| PIOPPETI ARTIFICIALI           | pioppeti artificiali                   |
| PIANTAGIONI DI ALTRE LATIFOGIE | piantagioni di latifoglie              |
|                                | piantagioni di eucalipti               |
| PIANTAGIONI DI CONIFERE        | piantagioni di conifere indigene       |
|                                | <i>Pseudotsuga menziesii</i>           |
|                                | <i>Pinus radiata</i>                   |
|                                | altre piantagioni di conifere esotiche |

Tabella 3.4 – *Categorie e sottocategorie forestali previste per la categoria inventariale degli arbusteti.*

|                                 |                                                             |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ARBUSTETI SUBALPINI             | mughete                                                     |
|                                 | altri arbusteti subalpini di aghifoglie                     |
|                                 | brughiera subalpina                                         |
|                                 | formazioni ad ontano verde                                  |
|                                 | saliceti alpini                                             |
| ARBUSTETI DI CLIMA TEMPERATO    | pruneti e corileti                                          |
|                                 | altri arbusteti di clima temperato                          |
|                                 | arbusteti a ginestra ( <i>Spartium junceum</i> )            |
|                                 | arbusteti a ginestra dell'Etna ( <i>Genista aetnensis</i> ) |
|                                 | altre formazioni di ginestre                                |
|                                 | arbusteti a ginepro                                         |
| MACCHIA, ARBUSTETI MEDITERRANEI | formazioni a ginepri sul litorale                           |
|                                 | macchia a lentisco                                          |
|                                 | macchia litorale                                            |
|                                 | cisteti                                                     |
|                                 | altri arbusteti sempreverdi                                 |

Tabella 3.5 – *Categorie e sottocategorie forestali previste per la categoria inventariale delle aree temporaneamente prive di soprassuolo.*

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ATPS PER CAUSE ANTROPICHE (UTILIZZAZIONE)      | in tutti i casi in cui è evidente un intervento di taglio con o senza rilascio di superstiti (purché la copertura di questi ultimi non superi il 10%)                                                                                                 |
| ATPS PER CALAMITÀ NATURALI O CAUSE ACCIDENTALI | laddove è riconoscibile che un evento accidentale (incendio, vento, esondazione, ecc) ha eliminato il soprassuolo, senza pregiudicare la capacità della stazione di tornare ad ospitare, in un tempo ragionevole, un soprassuolo simile al precedente |

#### 4 LE PROCEDURE PER L'INDIVIDUAZIONE, LA MATERIALIZZAZIONE E IL REPERIMENTO AL SUOLO DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO (NELLA SECONDA E TERZA FASE)

L'individuazione al suolo dei punti di campionamento le cui coordinate teoriche sono state definite dal disegno campionario costituisce un'operazione critica per l'inventario, la cui opportuna esecuzione, sebbene sia preliminare alla realizzazione dei rilievi inventariali veri e propri, è premessa indispensabile per la corretta determinazione delle stime delle variabili inventariali e per le relative inferenze statistiche.

Nel caso dell'INFC, trattandosi di un inventario multi-fase, si manifestano anche alcune esigenze particolari:

- individuazione al suolo della posizione dei punti di campionamento in modo congruente con quella evidenziata dai supporti cartografici (carte topografiche) e foto-cartografici (orto-foto digitali) adottati nella fase precedente (foto-interpretazione di prima fase);
- garanzia della concreta possibilità di ritrovare rapidamente i punti materializzati sul terreno a breve scadenza per la successiva fase di inventario;
- garanzia della possibilità di reperire i punti oggetto di rilievo dendrometrico a più lunga scadenza (10/15 anni), senza rendere manifesta la loro posizione sul terreno, circostanza che potrebbe alterare l'evoluzione nel tempo dei popolamenti nei quali i punti sono collocati, portando ad una perdita di significatività statistica del campione.

Per l'individuazione sul terreno dei punti di campionamento INFC è stato previsto l'impiego di una procedura principalmente basata su tecniche di radioposizionamento satellitare, integrata, all'occorrenza, dall'utilizzo di metodi tradizionali (INFC, 2003f). In particolare, la tecnologia GPS viene impiegata sia per recarsi in prossimità dei punti di campionamento (procedura di navigazione) che per la materializzazione finale della loro reale posizione al suolo (procedura di posizionamento).

Rispetto all'impiego di procedure tradizionali (poligonali), l'adozione di tecniche GPS per il raggiungimento e il posizionamento dei punti campione presenta concreti vantaggi:

- maggiore accuratezza, poiché gli errori di posizionamento delle procedure convenzionali tendono a propagarsi con limitata compensazione (soprattutto nel caso di elevati errori isolati) essendo direttamente proporzionali alla lunghezza del percorso di navigazione effettuato;

- maggiore efficienza, espressa da:
  - velocità di navigazione su terreno forestale notevolmente più alta (da due a quattro volte);
  - consistente riduzione dei percorsi di navigazione che possono essere realizzati semplicemente a partire da punti connotati da buone condizioni di ricezione dei segnali radio satellitari e riconoscibili sul terreno, senza necessità di individuarli anche in cartografia (come invece si renderebbe necessario con l'impiego di tecniche tradizionali);
- maggiore possibilità di controllo qualitativo del lavoro in corso d'opera e di collaudo.

#### 4.1 Obiettivi specifici della procedura, contesto di realizzazione, precisione

La procedura viene prevalentemente applicata sotto copertura forestale più o meno densa, in territori ad accentuata orografia ed è rivolta:

- nella fase istitutiva (seconda fase INFC, tuttora in corso), ad individuare, nelle aree forestali, circa 30 000 punti estratti casualmente secondo i criteri stabiliti dal disegno di campionamento fra quelli di prima fase ricaduti in aree di interesse forestale (vedi sottoparagrafo 2.2); tale individuazione deve avvenire con il minor errore possibile, ma è da ritenere che errori fino a cinque-otto metri siano tollerabili (si veda in proposito il paragrafo successivo); i punti vengono materializzati con picchetto metallico dotato di piastrina in alluminio, entrambi completamente interrati e invisibili;
- nella fase di reperimento (terza fase INFC, posteriore alla materializzazione dei 30 000 punti di seconda fase di cui sopra) a ritrovare un sottoinsieme di circa 10 000 di tali punti, di ciascuno dei quali occorrerà garantire il reperimento effettivo (ritrovamento del picchetto metallico), a partire dall'esplorazione di una "zona di incertezza" compatibile con una ricerca attuata con un *metal detector*, che non debba estendersi oltre quindici-venti metri quadrati; l'individuazione di tali zone sarà facilitata da alcuni accorgimenti pratici (segnalazioni con pitturazione fino a una certa distanza dal punto, piccole piastrine metalliche posizionate alla base di due-tre alberi circostanti); in questa fase di reperimento si prevede peraltro di poter disporre, per i punti materializzati nella fase precedente, di coordinate più precise, grazie alla

correzione differenziale delle coordinate GPS realizzata in *Post Processing* (DGPS/PP) e al successivo calcolo della media delle posizioni rilevate in fase istitutiva.

Si tratta quindi di un contesto operativo in cui sono centrali le funzionalità di navigazione e nel quale i posizionamenti GPS dei punti cospicui avvengono sempre mediante la raccolta di un certo numero di posizioni GPS istantanee (ordinariamente 180-200) mantenendo fisso il ricevitore sul punto in questione, con successiva media aritmetica di tali posizioni istantanee e assegnazione al punto delle coordinate medie calcolate.

E' da sottolineare che, considerato lo scenario di utilizzo, la disponibilità di correzioni differenziali in tempo reale DGPS/RT è da ritenersi circostanza non uniformemente riscontrabile, sia per la scarsa copertura del segnale di telefonia mobile in zone montane, sia per l'impossibilità di agganciare segnali di correzione di origine satellitare (ad esempio dalla piattaforma EGNOS) sotto copertura arborea. Tuttavia l'aggancio di segnali RTCM distribuiti via rete telefonica mobile verrà attuato quando disponibile, tramite attivazione del servizio appositamente garantito per i rilievi INFC.

Poiché il radioposizionamento GPS è una procedura comunque influenzata da errore (specialmente in presenza di copertura arborea), i punti materializzati sul terreno avranno coordinate reali affette da un certo scostamento rispetto a quelle nominali stabilite dal disegno di campionamento. Tale scostamento che, se mantenuto entro certi limiti, non influenza la correttezza dell'intero processo, dipende anche dalla qualità della strumentazione GPS impiegata, oltre che dall'accuratezza di esecuzione delle procedure previste.

Secondo sperimentazioni appositamente realizzate (SCRINZI *et al.*, 2003) con vari tipi di ricevitori GPS della classe GIS/mapping, operanti in condizioni di rilevamento stazionario *stand-alone* (con medie di 180/200 singole posizioni istantanee e impostazioni dei parametri di ricezione secondo quanto verrà evidenziato in seguito) che utilizzino esclusivamente il codice modulato dalla emissione radio L1 di GPS, si desume che tali scostamenti saranno compresi nei seguenti intervalli, a seconda della qualità del ricevitore:

- al livello fiduciale del 50% (mediana dell'errore di posizionamento, 1 probabilità su 2): da 1.4 a 3.1 m;
- al livello fiduciale del 66.6% (2 probabilità su 3): da 2.0 a 4.5 m;
- al livello fiduciale del 90 % (9 probabilità su 10): da 3.5 a 7.7 m.

Qualora all'atto del rilievo si disponga di una sorgente di emissione di codici di correzione differenziale in tempo reale (rilasciati via telefonia cellulare) si ritiene che gli intervalli di confidenza di posizionamento citati possano contrarsi nel seguente modo:

- al livello fiduciale del 50% (1 probabilità su 2): da 0.9 a 2.0 m;
- al livello fiduciale del 66.6% (2 probabilità su 3): da 1.3 a 2.8 m;
- al livello fiduciale del 90 % (9 probabilità su 10): da 2.2 a 4.8 m.

Dal momento che è comunque prevista la correzione differenziale in *post-processing* delle posizioni rilevate stazionariamente sui punti di campionamento all'atto della loro materializzazione sul terreno, questi ultimi intervalli fiduciali possono essere ritenuti anche quelli che esprimono l'incertezza con la quale saranno conosciute le vere coordinate dei punti materializzati in vista di un loro nuovo reperimento (di terza fase).

#### 4.2 Procedura di individuazione, materializzazione e ritrovamento dei punti INFC

Date le coordinate planimetriche teoriche di uno specifico punto di campionamento (note in base al disegno campionario), obiettivo della procedura è evidentemente quello di raggiungere sul terreno (con il minor errore possibile) il punto avente tali coordinate nominali, materializzarlo e rilevare tale posizione, con il minor errore possibile.

Come già chiarito in precedenza, la procedura utilizza il sistema GPS come ordinario supporto di navigazione e di posizionamento. Essa si articola essenzialmente nella individuazione di un massimo di quattro punti cospicui *A*, *I*, *F*, *C*<sup>7</sup>, ciascuno caratterizzato da operazioni di raccolta di una serie di dati che ne descrivono la collocazione territoriale, le modalità di rilievo e marcatura, le modalità per raggiungere il punto, eventualmente a partire da quello precedente. Più in particolare, nelle situazioni ordinarie di rilievo, che dovrebbero riguardare la grandissima maggioranza dei casi, la procedura prevede l'individuazione dei soli punti cospicui *A*, *F* e *C*, mentre, in determinate circostanze particolari, tra i punti *A* e *F* si prevede anche l'individuazione di un punto cospicuo *I*.

---

<sup>7</sup> La denominazione dei punti richiama la scansione delle operazioni di navigazione che da una zona di Accesso arriva ad individuare un punto di Fine navigazione, situato nei pressi (15-20 m) del punto di Campionamento; in caso di esecuzione di procedure di poligonale, l'Inizio di tale procedura avviene in un determinato punto cospicuo individuato con precisione. I punti *A*, *I*, *F* non esistono a priori ma vengono "scelti" durante il rilievo di seconda fase sulla base dei requisiti previsti dalla procedura. Il punto (zona) *A* non è soggetto a rilievo stazionario GPS ma soltanto ad una descrizione della sua ubicazione.

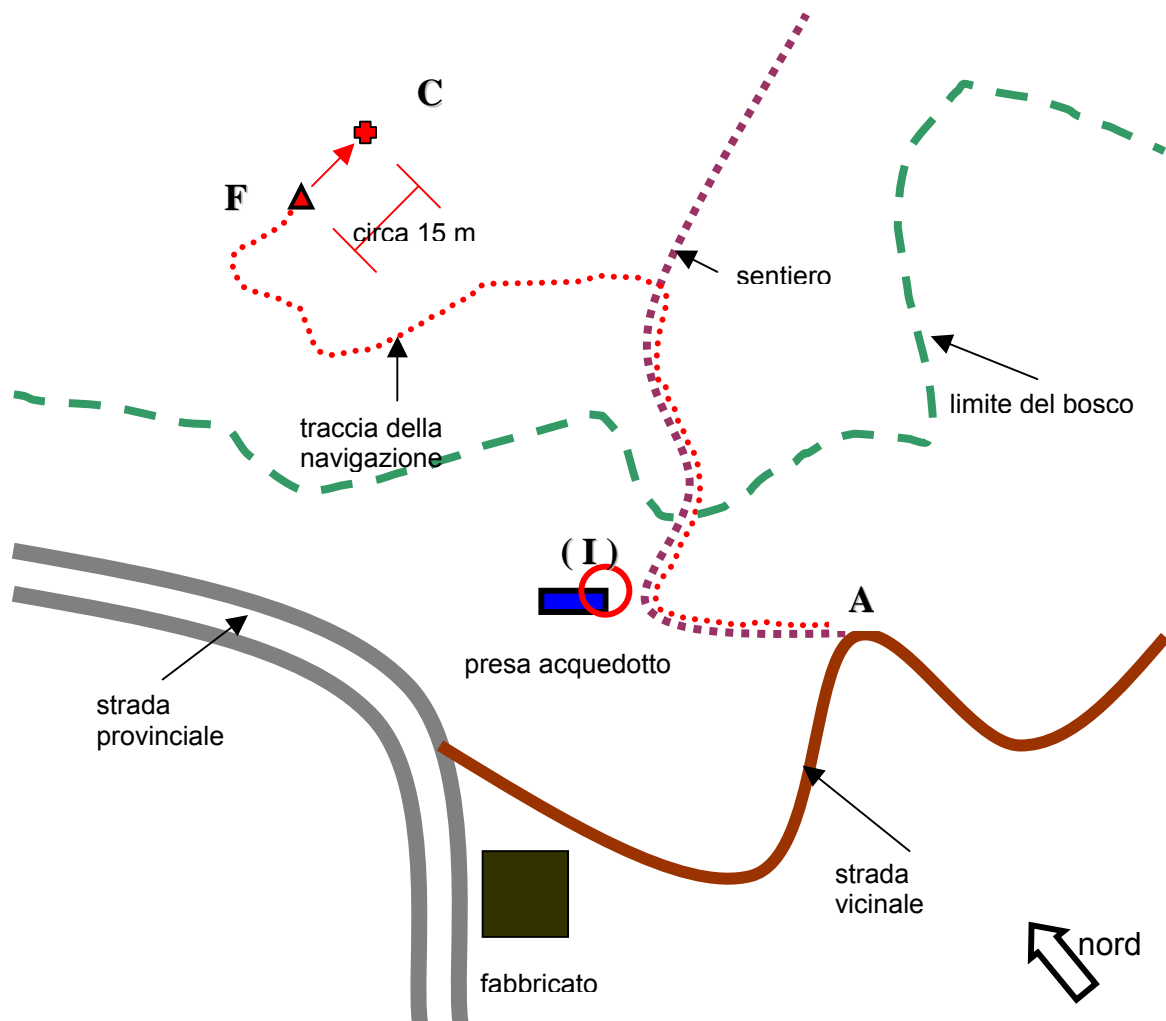


Figura 4.1 - Esempio di percorrenza e di posizionamento di un punto di campionamento di seconda fase.

Appare opportuno sottolineare l'importanza del punto F (o di fine navigazione) nel contesto della procedura. F è prossimo al punto di campionamento C, ma si trova distanziato da questo di 15-20 m.

L'utilità di istituire il punto cospicuo F nasce da tre motivi:

- eliminare qualsiasi discrezionalità<sup>8</sup> nella definizione della posizione del punto di

<sup>8</sup> Quando con la navigazione ci si avvicina fino a pochi metri dal punto C, l'indicazione di distanza e azimuth dalla posizione istantanea verso tale punto fornita da INFOR2 è molto instabile per evidenti ragioni geometriche. Tale variabilità può essere particolarmente elevata sotto copertura arborea densa. Se il rilevatore dovesse scegliere dove collocare il punto di campionamento basandosi su indicazioni che si modificano continuamente in modo sensibile, interverrebbe inevitabilmente una forte componente di soggettività.

campionamento C;

- disporre di un punto che possa essere anche marcato in maniera visibile senza fornire a persone estranee alle operazioni inventariali indicazioni esplicite sulla posizione precisa del punto di campionamento;
- dare all'operatore la possibilità di reperire, nei pressi di C, un punto dove la ricezione GPS sia la migliore possibile nel contesto del popolamento locale.



Il punto *F* viene collocato quando, in navigazione, ci si approssima a circa 15-20 m dalle coordinate teoriche di *C*, in modo che quest'ultimo possa essere individuato, a partire da *F*, per mezzo di un'unica misurazione con bussola e cordella metrica (o telemetro).

La distanza di 15-20 m è quella ottimale, in quanto a tale distanza dal punto obiettivo (*C*) i dati forniti dal ricevitore sono ancora significativi<sup>9</sup> per poter determinare in modo congruente la posizione di *C*, mentre diventano instabili e molto variabili se ci si avvicina maggiormente.

Per la raccolta e l'organizzazione di tali dati sono stati predisposti moduli di campagna per la compilazione manuale, ma soprattutto un'intera procedura di input digitale su computer palmare in ambiente operativo Windows CE<sup>10</sup>. Quest'ultima, realizzata dalla Società Galileo Sistemi su specifiche e con la collaborazione dell'ISAFSA, è denominata INFOR2 e costituisce il supporto di codifica dei dati di rilievo ordinariamente adottato in campagna.

Il percorso seguito dalla squadra in seconda fase per il raggiungimento del punto sarà reso evidente in modo da consentire un eventuale rapido ritrovamento entro sei mesi/un anno e deve quindi avvalersi di segnature adeguate che siano peraltro "degradabili", perché la condizione di evidenza del percorso di navigazione non deve permanere nel tempo, per i già citati motivi, ma anche per ragioni estetiche.

La marcatura del punto di campionamento materializzato avverrà in modo tale da rendere eventualmente possibile il reperimento del punto in una ulteriore (ravvicinata) occasione (terza fase inventariale) in modo assolutamente preciso (cioè con errore pari a

---

<sup>9</sup> Soprattutto se si tratta, come in questo caso, di medie di posizionamenti stazionari.

<sup>10</sup> Il computer palmare con sistema operativo Win CE integra il ricevitore GPS. INFOR2 gestisce completamente sia l'input dei dati di rilievo che il controllo e l'attuazione dei rilievi GPS.

zero) ma anche nel modo più rapido e quindi, meno costoso, possibile, sempre qualora il punto stesso (dopo la materializzazione di seconda fase) venga successivamente selezionato come facente parte del campione di terza fase.

Il ritrovamento in terza fase si avvarrà di ricevitore GPS, di *metal detector* e dell'ausilio di tutte le indicazioni per il raggiungimento del punto registrate nei moduli compilati in II fase (o comunque entrati a far parte del corredo informatico del punto), compresi schizzi grafici e documentazione fotografica, nonché delle marcature sul terreno.

L'avvicinamento avverrà impostando come coordinate-obiettivo quelle del punto *F* rilevate in fase di prima istituzione (seconda fase INFC) e successivamente corrette differenzialmente in *post processing*.

Una volta raggiunto *F*, sarà individuato il picchetto interrato con il *metal detector*. Da tale picchetto si riporterà sul terreno l'*offset* di *C* da *F* raggiungendo così un intorno molto ristretto di *C*, il cui picchetto sarà ritrovato nuovamente con il *metal detector*.

In tutte le fasi di ricerca con il *metal detector* saranno di ausilio targhette di alluminio apposte in seconda fase alla base di alcuni alberi (albero-oggetto di *F* e due-tre alberi intorno a *C*).

Trovato il picchetto di *C*, si sostituirà il picchetto provvisorio con quello permanente. Le prove di fattibilità effettuate hanno confermato che, con questa procedura, il ritrovamento dei punti avviene in maniera efficiente e accurata.

Si segnala infine che la seconda marcatura per i punti di terza fase, da effettuarsi mediante un picchetto più stabile, è importante perché assicura di poter ritornare su questi punti anche dopo intervalli di tempo più ampi (5-15 anni). E' infatti possibile che il disegno campionario del prossimo inventario comprenda nel suo campione almeno una parte di questi punti.

A proposito del ritrovamento dei punti a lunga scadenza, pur esulando questo aspetto dal presente progetto, si ritiene opportuno fornire alcune indicazioni.

Il modello adottato di picchetto permanente per il punto *C* garantisce la possibilità di rilevamento con *metal detector* anche dopo molti anni, ed è inoltre resistente a spostamenti accidentali (in quanto dotato di sistema di auto-ancoraggio che non ne permette l'estrazione manuale nemmeno volontaria).

L'evoluzione dei sistemi di radioposizionamento (non solo GPS, ma anche quelli che si svilupperanno nel prossimo futuro) appare tale da far presumere che fra 5-10 anni sarà



possibile una navigazione di precisione sub-metrica in tempo reale.

Queste considerazioni fanno ritenere che nella grande maggioranza dei casi, in presenza di una corretta esecuzione dei rilievi di prima istituzione e di una buona monografia, il ritrovamento di medio-lungo periodo non dovrebbe costituire un problema.

#### 4.3 Procedure alternative di navigazione e posizionamento

E' stata prevista la possibilità che, in popolamenti forestali particolarmente densi e/o in condizioni difficili di orografia, il rilievo GPS possa essere precluso quasi fin dall'inizio della navigazione o a un certo punto di questa.

In questi casi si può ricorrere alla realizzazione di una poligonale aperta assistita da procedure di elaborazione integrate nel già citato applicativo INFOR2. La strumentazione necessaria per la realizzazione delle poligonali è costituita da: bussola, clisimetro, distanziometro laser, computer palmare.

La procedura di elaborazione dei dati di poligonale è inclusa come possibile variante della procedura informatizzata INFOR2 residente su computer palmare Win CE già nominata in precedenza. In particolare, inserendo i dati di una "battuta" (distanza, inclinazione, azimuth al successivo vertice), si ottengono automaticamente le coordinate di tale vertice e i parametri di distanza e azimuth magnetico di C da detto vertice. I dati della poligonale vengono registrati su file e possono essere successivamente controllati.

La procedura per poligonale aperta ordinaria è però attuabile solo in condizioni di normalità magnetica che dovrebbero rappresentare la quasi totalità delle situazioni realmente riscontrabili sul terreno. Tuttavia, in alcune Regioni si riscontreranno situazioni territoriali caratterizzate da zone di anomalità magnetica (indicate esplicitamente nel corredo di informazioni e dati forniti al rilevatore per ogni punto di sua pertinenza) nelle quali la declinazione magnetica varia appunto in modo anomalo. Si è dovuto pertanto procedere a implementare nelle procedure INFC di navigazione anche un metodo alternativo di esecuzione della poligonale in tali circostanze, che si differenzia da quello ordinario soprattutto in riferimento alla misurazione degli azimuth. Anche tale variante di procedura è assistita dalla procedura informatizzata su computer palmare più volte citata.

#### 4.4 Iconografia del rilievo, descrizioni monografiche, documentazione fotografica

La modulistica di campagna riporta secondo necessità spazi per descrizioni in forma di testo (note e descrizioni) e di grafica (schizzi planimetrici e in sezione) inerenti la contestualizzazione territoriale dei punti cospicui.

La stesura di tali elementi testuali e grafici, importanti per la fase di nuovo reperimento dei punti (III fase INFC), consente (soprattutto negli elementi grafici) di enfatizzare adeguatamente quei particolari caratteri territoriali che appaiono più utili per il reperimento dei punti.

Mediante fotocamera digitale in dotazione i rilevatori provvedono comunque anche alla ripresa su ciascun punto cospicuo di immagini di contestualizzazione generale e di particolari ravvicinati. Tali immagini fanno parte del corredo di dati di campagna raccolti per ciascun punto esattamente come qualsiasi altro dato e verranno pertanto conferite come esito di rilievo.

In condizioni ordinarie di impiego della procedura di codifica dei dati di campagna su computer palmare Win CE, sono previsti campi grafici per schizzi realizzati direttamente in formato digitale e campi ordinari che registrano la nomenclatura delle immagini digitali raccolte. Inoltre, le descrizioni testuali possono essere sostituite, a discrezione, da note vocali registrabili nel computer palmare in dotazione.

## 5 IL RILIEVO DEGLI ATTRIBUTI DEI SOPRASSUOLI FORESTALI

Alla luce delle più recenti acquisizioni in materia di inventariazione forestale e in conseguenza della sempre maggiore attenzione della comunità internazionale nei confronti dei molteplici valori degli ecosistemi forestali, il nuovo inventario nazionale italiano è stato concepito come un *Multipurpose Resources Inventory* (MRI) (LUND, 1998a) ovvero come un sistema di raccolta delle informazioni finalizzato a soddisfare esigenze informative ampie e diversificate (ISAFA, 1999). L'osservazione riguarda pertanto non solo la componente arborea ma tutto l'ecosistema e viene condotta non più nell'ottica di privilegiare la valutazione dell'entità della risorsa legno bensì con l'obiettivo più generale di ampliare e approfondire le conoscenze relative agli ecosistemi forestali del nostro Paese.

Le esigenze informative determinate dagli impegni assunti dal nostro Paese in sede internazionale impongono inoltre di adottare definizioni concordate tra i diversi paesi e di rispettare le soglie fissate in termini di qualità e quantità dei dati e di scadenze per il conferimento dei dati stessi. Per questi motivi la progettazione dell'INFC, e in particolare la definizione delle informazioni da raccogliere, si ispira innanzitutto al principio di rispondere nella maniera più soddisfacente e rigorosa possibile alle esigenze informative in primo luogo dell'amministrazione statale, nello specifico del Ministero per le Politiche Agricole e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, delle amministrazioni regionali, ma anche della comunità scientifica nazionale, la quale potrà trarre vantaggio dalla disponibilità di una banca dati sulle foreste italiane aggiornata ed esauriente.

Rispetto al precedente inventario forestale nazionale, il sistema di classificazione adottato, oltre a garantire la coerenza con gli standard internazionali (cfr. cap. 3), comporta un ampliamento del dominio inventariale alle "altre terre boscate" (boschi bassi, boscaglie, boschi radi, arbusteti) e consente un maggiore dettaglio nella ripartizione della superficie forestale italiana. L'inquadramento della categoria inventariale e il successivo affinamento della classificazione che conduce all'individuazione della categoria e sottocategoria forestale costituisce il momento più importante tra le attività previste per la seconda fase. Oltre a ciò, sempre in seconda fase, vengono condotte osservazioni su numerosi attributi delle formazioni forestali relativi agli aspetti amministrativi e gestionali e alla descrizione dello stato della vegetazione e delle condizioni ecologico-stazionali. Si

tratta di informazioni quasi esclusivamente di tipo qualitativo che si ricavano attraverso valutazioni sintetiche o mediante qualche misura di tipo speditivo (INFC,2003d).

La terza fase, che si realizzerà successivamente alla seconda, consentirà di affinare il dettaglio conoscitivo sui caratteri delle fitocenosi, soprattutto sotto il profilo dendrometrico; la varietà di dati raccolti in tale contesto consentirà inoltre l'analisi di caratteri finora poco noti per il nostro Paese quali l'entità delle fitomasse e il relativo contenuto in carbonio, l'entità e il tipo di necromassa, il contenuto di carbonio dei suoli, e ad altri caratteri relativi ad aspetti stazionali, selvicolturali e naturalistici.

La selezione degli attributi oggetto di rilevamento al suolo nel corso della seconda e della terza fase scaturisce dall'analisi degli obiettivi inventariali ed è il risultato di un intenso confronto tra i ricercatori dell'ISAFA, anche con il supporto di esperti esterni, maturato a partire dalla stesura del "Progetto di fattibilità" (ISAFA, 1999) e continuato in seguito accogliendo le istanze e le decisioni degli accordi in sede internazionale, tra i quali soprattutto quelli relativi alle statistiche FAO per il *Forest Resource Assessment* (FRA) (UN-ECE/FAO, 2000), nonché le risoluzioni sugli indicatori di gestione forestale sostenibile (*Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management* – MCPFE, 2003).

## 5.1 Le fonti dei dati

In relazione alle fonti di informazione l'INFC può essere annoverato tra gli inventari che la letteratura anglosassone definisce *multisource* (IUFRO, 1998) oltre che *multipurpose*. Infatti nel caso di questa complessa realizzazione è facilmente intuibile da quanto finora esposto che le operazioni inventariali comportano un elevato impegno di uomini e mezzi, nonché l'impiego di tecnologie sofisticate nelle varie fasi progettuali ed esecutive: il tutto si traduce in costi di una certa rilevanza che è necessario, per quanto possibile, ottimizzare.

A questo scopo, come sopra accennato, è fondamentale sfruttare al meglio la campagna di rilevamento per raccogliere sia le informazioni relative alle cenosi forestali (necessarie per la stima delle superfici delle formazioni boscate secondo le varie ripartizioni e dei dati di masse legnose, accrescimenti, ecc.), sia quelle destinate a fornire risposte o indicazioni rispetto ad istanze ed a problematiche di interesse più globale, come la biodiversità, il

carbonio fissato da parte delle aree boscate, l'attitudine turistico-ricreativa, i pericoli di dissesto, lo stato di salute dei boschi, ecc. Inoltre la struttura inventariale deve potersi utilmente integrare con altre basi informative disponibili costruite per altre finalità: nel caso specifico il progresso tecnologico soprattutto nei settori del telerilevamento e dei sistemi informativi ha permesso di utilizzare per la *seconda fase* dell'INFC, in aggiunta ai rilievi al suolo, altre fonti informative, come fotografie aeree digitali e archivi di dati su GIS, tra i quali ad esempio alcuni tematismi del SIM.

## 5.2 Le unità di campionamento

Nella *seconda fase* INFC le unità di campionamento (UdC) impiegate sono di tipo diverso, per forma e dimensioni, a seconda degli attributi osservati; esse inoltre non vengono materializzate al suolo, fatta eccezione per il punto di campionamento C, che va materializzato, descritto e monografato. Non è previsto infatti per la seconda fase il tracciamento materiale dei confini delle UdC, ma per gli attributi da rilevare al suolo viene individuata in modo approssimato, con misurazioni speditive, un'area di riferimento.

Le UdC (figura 5.1) per i rilievi di seconda fase sono le seguenti:

- *Punto C* (punto di campionamento), UdC da utilizzare per molti attributi di tipo generale e amministrativo; per questi infatti la classe da attribuire dipende dalla posizione del punto C;
- *FP2500* (*photoplot 2500*), unità di fotointerpretazione quadrangolare di 2 500 m<sup>2</sup> (lato = 50 m), corrispondente al quadrante centrale dell'intorno di analisi impiegato per la fotointerpretazione di prima fase;
- *ARS2000* (area di riferimento al suolo di 2 000 m<sup>2</sup>), area di forma circolare, con  $R \approx 25$  m e centro nel punto C; non viene delimitata materialmente e si impiega per valutazioni sintetiche di attributi qualitativi<sup>11</sup>; al fine di individuare visivamente, sia pure in modo approssimato, l'area di riferimento per le osservazioni, vengono collocate quattro paline sulla circonferenza di ARS2000 rispettivamente in direzione Nord, Est, Sud e Ovest;

---

<sup>11</sup> Per le unità di campionamento al suolo di seconda fase, trattandosi di aree stimate con una certa approssimazione, si omette l'adeguamento della superficie in relazione alla pendenza del terreno.

- *Intorno di analisi*: intorno di analisi di prima fase costituito da 9 unità FP2500 (22.500 m<sup>2</sup>) (cfr. § 3.1).

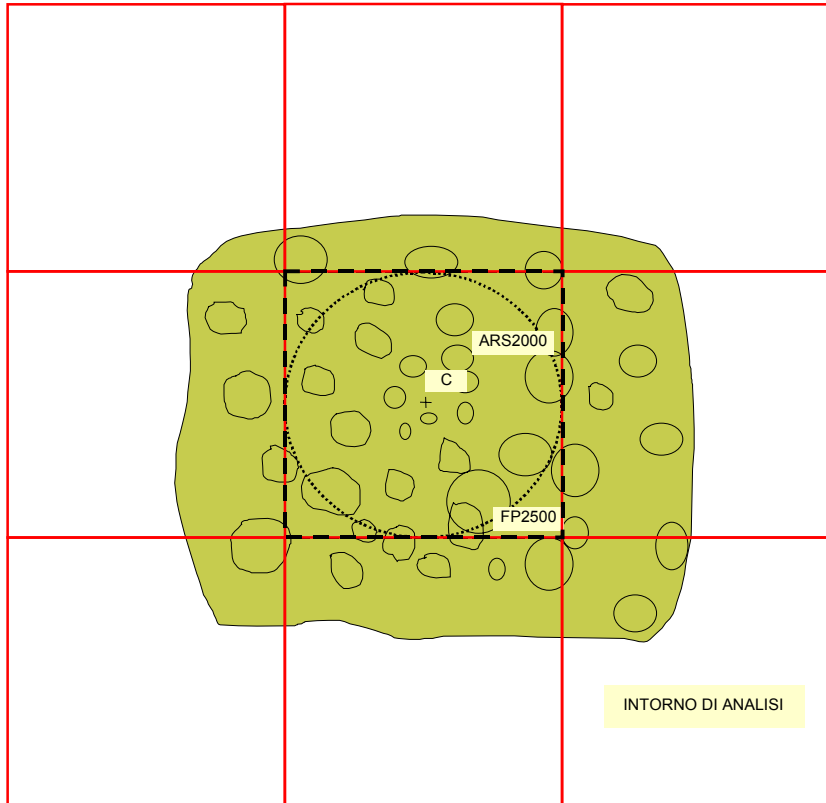


Figura 5.1 - *Rappresentazione delle unità di campionamento impiegate in seconda fase.*

Le unità di campionamento da impiegare sui punti inventariali selezionati per *la terza fase* comprendono soltanto UdC da individuare al suolo. Si tratta sia di aree di riferimento da delimitare in modo approssimato sul terreno, sia di aree di saggio circolari o altre UdC (segmenti lineari, transect) da tracciare e delimitare in modo preciso. Allo stato attuale l'esatta configurazione delle unità di campionamento è ancora in corso di definizione.

L'ipotesi attualmente in esame prevede l'impiego di due aree circolari concentriche, la più interna per le misure relative a tutti i soggetti di diametro a 1.3 m superiore alla soglia minima prefissata, la più esterna solo per il rilievo dei soggetti più grandi, di diametro maggiore di un valore prestabilito.

Per un sotto-campione di alberi, selezionati secondo un criterio oggettivo, occorre inoltre prevedere l'esecuzione di misure ipsometriche ed incrementali, necessarie per le stime della fitomassa in piedi e dell'incremento di fitomassa<sup>12</sup>.

Entro l'area di raggio maggiore si prevede inoltre di individuare un *cluster* di quattro micro-aree in cui eseguire alcuni rilievi di tipo speditivo sulla rinnovazione e sugli strati arbustivo ed erbaceo. La stima della massa di legno morto a terra verrà fatta mediante misure su segmenti lineari (*Line Intersect Sample*; VAN WAGNER, 1982) disposti tra loro ortogonalmente ed intersecantisi in C, mentre altre unità di campionamento di tipo lineare verranno utilizzate per gli eventuali rilievi sulle fasce ecotonali.

Per quanto riguarda le stime del contenuto di carbonio delle aree boscate, si rendono necessari ulteriori rilievi relativi alle diverse componenti del suolo, degli apparati radicali, della lettiera e degli strati erbaceo ed arbustivo della vegetazione. Il protocollo di rilevamento per queste variabili è ancora da definire e andrebbe concordato con i responsabili del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio,.

### 5.3 Le informazioni di seconda e di terza fase

#### *Seconda fase*

Nella predisposizione del protocollo di rilevamento, tenendo in considerazione una procedura orientata sia all'acquisizione e trasferimento elettronico dei dati mediante palmare sia all'impiego di schede cartacee, gli attributi oggetto di rilievo sono stati organizzati per gruppi. Questo tipo di organizzazione è sostanzialmente finalizzato ad agevolare le operazioni di rilievo. Infatti gli attributi sono stati raggruppati in modo omogeneo in relazione alla fonte delle informazioni e all'ambito tematico, in modo da rendere più agevole il lavoro dei rilevatori e da contenere il più possibile i tempi di rilievo. Il protocollo di rilievo è inoltre stato commisurato al tipo di squadra (composta di norma da

---

<sup>12</sup> Per le necessarie determinazioni volumetriche e di peso secco dei soprassuoli, i dati individuali di diametro a 1,3 m e di altezza verranno utilizzati come variabili di ingresso nei modelli stereometrici opportunamente predisposti dall'ISAFa (studio parallelo in corso in parte finanziato dal progetto RI.SELV.ITALIA) per le principali formazioni forestali italiane (boschi). Lo stesso studio prevede anche la messa a punto di relazioni allometriche per le formazioni arbustive, per le quali le variabili di ingresso potrebbero essere costituite dall'altezza media e dal grado di copertura.

due unità, in qualche caso tre), al livello di professionalità del personale e alla dotazione strumentale.

I gruppi di attributi sono i seguenti:

- *dati da fonti informative varie*
- *dati da fotointerpretazione*
- *dati generali e classificazione della fitocenosi*
- *caratteri stazionali*
- *descrizione della fitocenosi*
- *dati relativi alla viabilità.*

I primi due gruppi di attributi riguardano i dati da raccogliere mediante la consultazione di archivi di dati, fotointerpretazione e interviste in un momento anteriore ai rilievi a terra. Le informazioni relative vanno validate e integrate successivamente in campo. Gli altri quattro gruppi di attributi vengono rilevati direttamente al suolo una volta terminata la fase di localizzazione del punto C.

Nella stesura del protocollo di rilevamento ciascun attributo è stato descritto secondo una scheda a schema costante, nella quale vengono indicate le specifiche basilari per il rilievo, tra le quali la definizione, le modalità di rilevamento, le classi qualitative con le relative descrizioni, l'unità di campionamento, la fonte dei dati e le finalità per le quali è richiesta l'acquisizione dell'informazione. A tale riguardo si è fatto riferimento ai criteri di gestione forestale sostenibile (GFS) definiti nell'ambito del Processo di Helsinki e ai relativi indicatori adottati dalla recente conferenza interministeriale di Vienna (MINISTERIAL CONFERENCE ON THE PROTECTION OF FORESTS IN EUROPE, 2003).

Alcune situazioni particolari di rilevamento (come nel caso di punti non classificati in prima fase o di punti inaccessibili) hanno richiesto delle deroghe alla procedura standard, e sono state oggetto di una specifica illustrazione nel protocollo.

Nel dettaglio gli attributi di seconda fase sono riportati in tabella 5.1, nella quale sono indicati anche gli elementi essenziali per un rapido inquadramento ai fini del rilievo.

Scorrendo l'elenco sembra importante sottolineare l'importanza di alcuni attributi, certamente innovativi nel panorama dell'inventariazione forestale a livello nazionale ed anche europeo che, una volta elaborati i dati raccolti, evidenzieranno aspetti finora poco noti dell'ambiente forestale. In tal senso i risultati inventariali consentiranno, già dalla seconda fase, di mettere in risalto i valori materiali e immateriali del bosco (come la



fruibilità turistico-ricreativa, il grado di accessibilità), i dati relativi alla sua conservazione (patologie, danni e fenomeni di dissesto), alla protezione del paesaggio (margini, infrastrutture), alla tutela della biodiversità (aree protette, microhabitat) e a quella della naturalità (origine delle fitocenosi).

### *Terza fase*

Un elenco definitivo e condiviso delle informazioni da raccogliere in terza fase non è ancora disponibile. L'analisi delle necessità informative, degli attributi da osservare e delle relative modalità di rilievo è stata solo di recente avviata e risulta dunque prematuro anticiparne i contenuti.

Tabella 5.1 – *Elenco degli attributi previsti per la seconda fase INFC*

| Attributo                                                   | Categorie inventariali          | Fonte dati                                       | UdC            |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
| <b>A – DATI DA FONTI INFORMATIVE VARIE</b>                  |                                 |                                                  |                |
| Proprietà                                                   | tutte                           | catasto, interviste                              | punto C        |
| Vincoli e aree protette                                     | tutte                           | normativa, cartografia tematica, interviste      | punto C        |
| Disponibilità per il prelievo legnoso                       | tutte                           | normativa, cartografia tematica, rilievi a terra | punto C        |
| Stato della pianificazione forestale                        | tutte                           | documenti di pianificazione, interviste          | punto C        |
| Fruibilità turistico-ricreativa                             | tutte                           | normativa, interviste, rilievi a terra           | punto C        |
| <b>B – DATI DA FOTOINTERPRETAZIONE</b>                      |                                 |                                                  |                |
| Grado di copertura                                          | tutte, tranne AT <sup>(1)</sup> | ortofoto, rilievi a terra                        | FP2500         |
| Tessitura                                                   | tutte, tranne AT                | ortofoto, rilievi a terra                        | FP2500         |
| Presenza e tipo di margini                                  | tutte, tranne AT                | ortofoto, rilievi a terra                        | FP2500         |
| <b>C – DATI GENERALI E CLASSIFICAZIONE DELLA FITOCENOSI</b> |                                 |                                                  |                |
| Idoneità al rilievo di terza fase                           | tutte                           | rilievi a terra                                  | punto C        |
| Categoria inventariale                                      | tutte                           | rilievi a terra                                  | Int. di I fase |
| Categoria forestale                                         | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Sottocategoria forestale                                    | tutte, tranne AT                | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| <b>D – FATTORI STAZIONALI</b>                               |                                 |                                                  |                |
| Esposizione                                                 | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Inclinazione                                                | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Giacitura                                                   | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Accidentalità                                               | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Fenomeni di dissesto                                        | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| <b>E – DESCRIZIONE DELLA FITOCENOSI</b>                     |                                 |                                                  |                |
| Tipo colturale                                              | BA <sup>(2)</sup>               | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Stadio di sviluppo                                          | BA                              | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Grado di mescolanza                                         | tutte, tranne AT                | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Origine della fitocenosi                                    | tutte, tranne AT                | rilievi a terra e altre fonti                    | ARS2000        |
| Patologie e danni evidenti                                  | tutte, tranne AT                | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| Microhabitat e infrastrutture                               | tutte                           | rilievi a terra                                  | ARS2000        |
| <b>F – VIABILITA'</b>                                       |                                 |                                                  |                |
| ID punti cospicui per la viabilità                          | tutte                           | rilievi a terra                                  | punto C        |
| Accesso con mezzi ordinari                                  | tutte                           | rilievi a terra                                  | punto C        |

(1) Aree temporaneamente prive di soprassuolo (2) Boschi

## 6 RACCOLTA, ARCHIVIAZIONE, CONFERIMENTO E TRATTAMENTO DEI DATI DELLA CAMPAGNA INVENTARIALE

Le squadre di rilievo dell'INFC, composte da Personale del CFS o dei Servizi forestali delle Regioni e Province autonome appositamente addestrate, sono formate da tre componenti, in grado di garantire la continuità delle attività di campagna che normalmente richiedono la presenza di due rilevatori per squadra, eventualmente supportati da personale forestale degli Enti locali, in funzione di accompagnamento. In ciascuna Regione o Provincia autonoma opera un numero di squadre proporzionale alla dimensione del contingente di punti di campionamento da rilevare al suolo nella Regione, secondo un rapporto medio che, per la seconda fase dell'INFC, è stato individuato in circa 300 punti per ogni squadra.

Per gestire automaticamente le operazioni di navigazione (assistita da GPS o convenzionale), di rilievo degli attributi in campo e del loro conferimento all'archivio centrale (situato presso l'Ispettorato generale del Corpo Forestale dello Stato), è stato allestito un sistema completamente informatizzato che governa l'intero processo. I dati vengono quindi direttamente raccolti e archiviati su supporto informatico senza il tramite di modulistica convenzionale (anche se quest'ultima era stata in precedenza realizzata)

Le squadre dispongono di un sistema *hardware* composto di un *notebook* (dotato di *modem* e abilitazione di accesso alla rete intranet dell'Amministrazione centrale) e di un computer palmare che integra (o controlla) il ricevitore GPS. Ulteriore dotazione è costituita da un telefono cellulare abilitato al collegamento con la Società di servizio che rilascia, sull'intero territorio nazionale coperto dalla rete GPRS di telefonia mobile, il segnale RTCM di correzione differenziale in tempo reale dei posizionamenti GPS.

Sul versante *software* il sistema è imperniato su un applicativo dedicato<sup>13</sup> (INFOR2) che opera in ambiente ArcPad™ (Esri) e che integra l'interfaccia di *input* dei dati di rilievo, il controllo del ricevitore GPS e delle operazioni di navigazione e l'archiviazione locale su database DB2 Everyplace™, nonché il trasferimento dei dati da quest'ultimo all'archivio centrale via rete intranet o internet.

INFOR2 è a disposizione delle squadre dei rilevatori in due versioni parallele operanti rispettivamente su computer portatile (versione *desktop*) e su unità mobile (versione

13 L' applicativo è stato realizzato da Galileo Sistemi S.r.l, per conto dell'Ispettorato Generale del Corpo Forestale dello Stato, su specifiche e con la collaborazione allo sviluppo e al test da parte del gruppo di lavoro dell'ISAFa per l'INFC.

*mobile*, installata sul computer palmare integrato con il ricevitore GPS) con sistema operativo Win CE. In linea di massima le due versioni di INFOR2 hanno le stesse funzionalità, con le seguenti differenze ascrivibili alle rispettive condizioni di impiego:

- la versione *desktop* presenta la funzionalità aggiuntiva riguardante il caricamento dei dati relativi ai punti di campionamento fatti pervenire dall'Amministrazione alle squadre di rilevamento nella fase di attivazione operativa delle squadre stesse;
- la versione *desktop* abilita il conferimento dei dati all'Amministrazione centrale, in riferimento ai punti di campionamento automaticamente riscontrati come ultimati correttamente dalla procedura stessa;
- per ovvi motivi le funzionalità di rilievo GPS non sono operative nella versione *desktop*; sono invece normalmente operative le funzioni di simulazione di ricevitore GPS (ai fini addestrativi e di prova);
- nella versione *desktop* le funzionalità di realizzazione di disegni digitali sono potenziate.

La connessione tra dispositivo mobile e computer portatile viene governata in automatico dall'applicativo ActiveSync™ (a sua volta presente sia sui dispositivi mobili che sui *notebook* forniti alle squadre).

Entrambe le versioni di INFOR2 si relazionano con un archivio dati locale (DB2 Everyplace) residente su *notebook*, dal quale (o al quale) ricevono (o conferiscono) dati attraverso operazioni di sincronizzazione (allineamento reciproco del contenuto informativo).

Da uno strato informativo iniziale di base fornito su supporto informatico dall'Amministrazione centrale (coordinate di ciascun punto di campionamento nei vari sistemi di riferimento, inquadramento territoriale amministrativo, altre informazioni relative alla classificazione dei punti attuata nella prima fase inventariale), il corredo dati di ciascun punto viene completato in campagna con i dati di rilevamento GPS stazionario dei relativi punti cospicui (non solo i posizionamenti medi, ma anche i file con le misure GPS) e con quelli di classificazione di tipo ecologico, forestale e vegetazionale dell'area del punto di campionamento (una volta individuato quest'ultimo sul terreno). I rilevatori inseriscono i dati sul computer palmare mediante selezione di alternative di menù a scelta multipla, digitazione di testo con penna ottica e tastiera virtuale, ma anche mediante registrazione di note vocali, realizzazione digitale di schizzi e, naturalmente, attivazione di registrazione

automatica di *file* di posizionamenti GPS forniti dal ricevitore integrato.

Durante lo svolgimento di tali operazioni sono sempre consultabili quadri informativi sullo stato della navigazione (distanza e azimuth magnetico dalla posizione attuale al punto di campionamento oggetto del rilievo) e sullo stato di completamento delle varie sezioni di *input* dei dati.

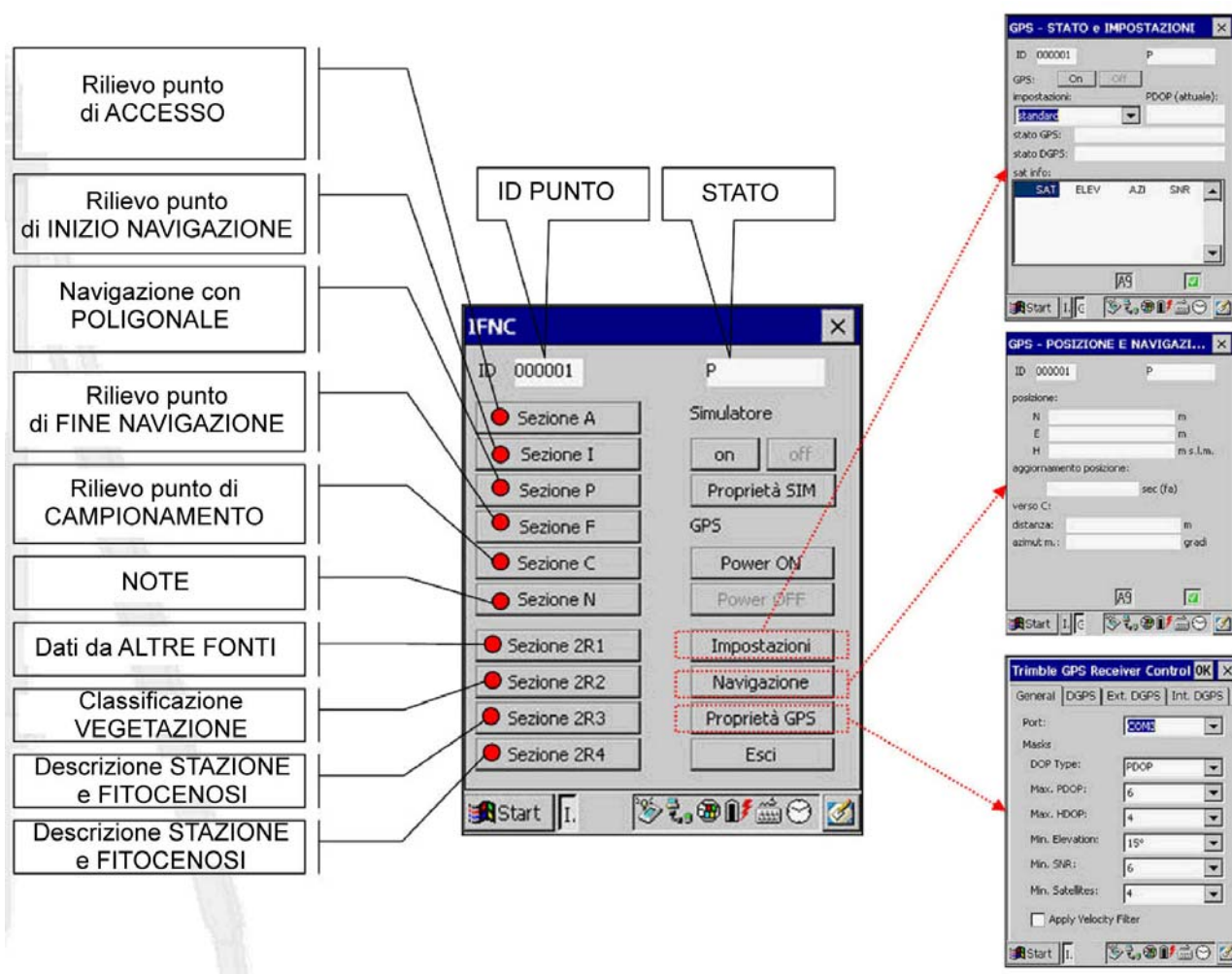


Figura 6.1 – Illustrazione della schermata iniziale di INFOR2.

Terminate le operazioni di campagna per un determinato punto o per un insieme di punti, viene stabilita la connessione tra palmare e *notebook* e attuata la sincronizzazione con l'archivio locale residente su quest'ultimo. Successivamente, tramite la componente desktop di INFOR2, viene attuata una scansione di controllo dei dati immessi in campagna (con eventuali correzioni/integrazioni) al termine della quale l'applicazione stessa segnala

lo stato di completamento del corredo informativo di ciascun punto, abilitandone il conferimento all'archivio centrale situato presso l'Ispettorato generale del Corpo Forestale dello Stato.

L'archivio centrale conserva quindi tutto il corredo informativo dei punti di campionamento completati per i rilievi in campo, con tutti i dati e i file relativi alla navigazione, al posizionamento, alla classificazione dei soprassuoli e agli altri attributi di seconda fase. Un servizio esterno appositamente attivato interrogherà periodicamente l'archivio centrale per procedere alla correzione differenziale in *post processing* delle posizioni istantanee *stand alone* raccolte in campagna, utilizzando a tal fine una rete di stazioni base GPS distribuite sull'intero territorio nazionale. Esito di tale operazione sarà costituito dai *file* di posizioni corrette dalla cui media aritmetica si otterranno le coordinate definitive dei punti cospicui individuati in campagna; *file* e relative coordinate medie corrette verranno a loro volta registrati nell'archivio centrale.

## BIBLIOGRAFIA

- AAVV, 1991 – *CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community.* Commission of the European Communities, Luxembourg.
- AAVV, 1998 – *L'inventario forestale. Boschi e macchie di Toscana.* Giunta Regionale, Dipartimento dello sviluppo economico, Edizioni Regione Toscana, Firenze.
- COMMISSIONE EUROPEA, 1993 – *CORINE Land Cover guide technique.* Office des Publications Officielles des Communautés Européennes. Luxembourg, 144 pp.
- CORONA P., 2000 – *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali.* Edizioni Cusl, Firenze.
- CORONA P., FERRETTI M., TABACCHI G., 2001 – *Riflessioni sugli aspetti campionari nella valutazione e monitoraggio delle risorse ambientali.* Comunicazioni di Ricerca dell'ISAF 2001/2, Trento.
- DE NATALE F., GASPARINI P., PUZZOLO V., TOSI V., 2003 – *Stima del grado di copertura da ortofoto e applicazione della definizione di bosco negli inventari forestali.* Italia Forestale e Montana, 4: 289-300.
- DE VRIES P.G., 1986 – *Sampling theory for forest inventory.* Springer-Verlag. Berlin.

- FATTORINI L., PISANI C., 1999 – *Metodi di campionamento per le indagini ambientali*. Appunti del Corso di Statistica per l’Ambiente, seconda edizione. Facoltà di Economia “R. Goodwin”, Università degli Studi di Siena.
- FATTORINI L., MARCHESELLI M., PISANI C., 2002a - *Two-phase estimation of coverages with second phase corrections*. Conference on Environmetrics, Genova, June 18-22, 2002.
- FATTORINI L., MARCHESELLI M., PISANI C., 2002b - *A three-phase sampling strategy for multi-resource forest inventories*. Forthcoming.
- GALLEGO F.J., 1995 – *Sampling frames of square segments*. Joint Research Centre, European Commission. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- HUSCH B., MILLER C.I., BEERS T.W., 1982 – *Forest Mensuration*. 3<sup>th</sup> ed. J. Wiley & S., N.Y.
- INVENTARIO FORESTALE DELLA REGIONE ABRUZZO, 2003 – *Documenti di progetto*. Regione Abruzzo, Giunta Regionale. Direzione Agricoltura, Foreste e Sviluppo rurale, Alimentazione, Caccia e Pesca. Servizio Foreste, Demanio civico e armentizio, ISAFSA, Trento.
- INFC, 2003a – *Guida alla classificazione della vegetazione forestale*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC, 2003b – *Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC, 2003c – *Procedure di controllo di qualità dei dati di prima fase*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF - Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC, 2003d – *Istruzioni per il rilievo degli attributi di seconda fase*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF - Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC, 2003e – *Procedure di definizione delle coordinate dei punti di campionamento*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF -

Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato, ISAFA, Trento.

INFC, 2003f – *Procedure di individuazione, materializzazione e ritrovamento dei punti di campionamento*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Ispettorato Generale del Corpo Forestale dello Stato, ISAFA, Trento.

INFC, 2004 – *Il disegno di campionamento*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Ispettorato Generale del Corpo Forestale dello Stato, ISAFA, Trento.

ISAFA, 1999 – *Secondo Inventario Forestale Nazionale. Studio di fattibilità*. Ministero per le Politiche Agricole – Direzione Generale delle Risorse Forestali, Montane e Idriche, Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, Trento.

IUFRO, 1998 – *IUFRO Guidelines for designing multipurpose resource inventories: A project of IUFRO Research Group 4.02.02*. H. Gyde Lund (ed.) Vienna. IUFRO World Series Vol.8. 216 p.

KÖHL M., PÄIVINEN R., 1997 – *Study on European Forestry Information and Communication System (EFICS). Country Report – Comparative Study*. Volume 1-2. European Commission. 1328 p.

LUND H.G., 1998a – *A comparison of multipurpose resource inventories (MRIs) throughout the world*. European Forest Institute, Working Paper, 14. 46 pp.

MINISTERIAL CONFERENCE ON THE PROTECTION OF FORESTS IN EUROPE, 2003 – *Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as adopted by the MVPFE Expert Level Meeting*, Liaison Unit Vienna 7-8 October 2002, Vienna, Austria, 6 p.

SCHREUDER H.T., GREGOIRE T., WOOD G.B., 1993 – *Sampling methods for multiresources forest inventory*. Wiley & Son, New York.

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 2/XXXV-2003, pp.11-18.

UN-ECE/FAO, 2000 - *Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand. UN-ECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000*. Main Report. Geneva Timber and Forest Study Papers, No 17.



VAN WAGNER C.E., 1982 - *Practical aspects of the line intersect method*. Canadian Forest Service. Information Report PI-X-1.