

## L'inventario degli assorbimenti e delle emissioni dal settore forestale in IN.EM.AR

Metodologia, dati disponibili e risultati

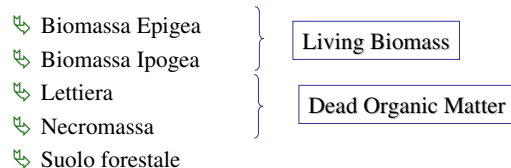
Ing. Antognazza Federico  
 Milano – 25 Marzo 2010

## Indice

- ⊕ **Prima parte:** l'inventario regionale degli assorbimenti forestali
  - ↪ Metodologia
  - ↪ Raccolta dati
  - ↪ Implementazione informatica
  - ↪ Risultati
- ⊕ **Seconda Parte:** sviluppi in corso
  - ↪ Stato dell'arte
  - ↪ Progetto ERSAF – RL – ARPA
  - ↪ Punti di sviluppo
  - ↪ Criticità

## Definizioni

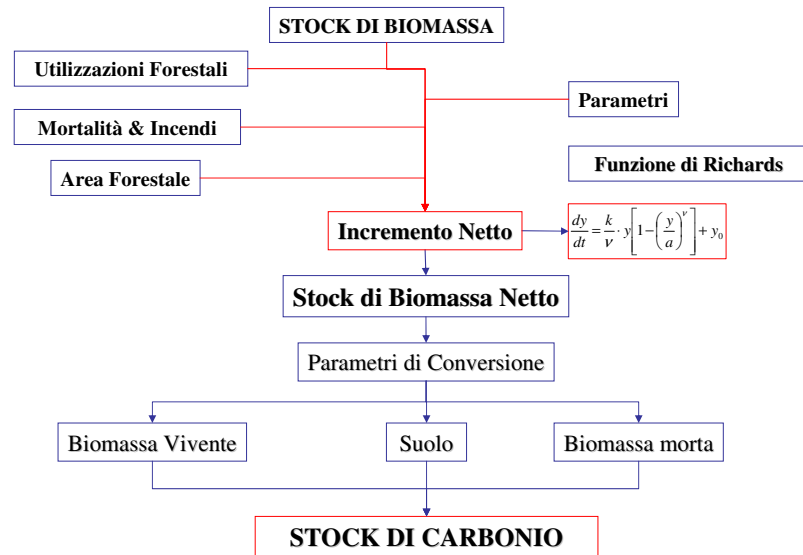
- ⊕ **Biomassa forestale:** quantità di biomassa [m<sup>3</sup>] presente in una determinata superficie forestale
- ⊕ **Stock:** quantità di biomassa [m<sup>3</sup>] accumulatasi nel corso di un anno *i*, al netto dell'accrescimento forestale, delle utilizzazioni e della mortalità
- ⊕ **C-Stock Change:** quantità di CO<sub>2</sub> [t] assorbita dal comparto forestale nel corso di un anno, calcolato come la differenza dello stock accumulato in due annualità successive
- ⊕ **Serbatoi di carbonio:** sono i comparti in cui si accumula il carbonio (e quindi la CO<sub>2</sub>) all'interno del settore forestale



## Metodologia di Stima

- ⊕ La metodologia di stima si basa sulla **linee guida** redatte dall'**IPCC** (LULUCF – Good Practice Guidance) ed implementate da ISPRA nella redazione dell'inventario nazionale
- ⊕ **Requisiti:**
  - ↪ Stime basate su **statistiche ufficiali** di **inventari nazionali** delle **foreste** e **dati scientifici** sottoposti a peer – review
  - ↪ **Produzione** di dati relativi a **variazioni** degli **stock** di carbonio **annuali**
  - ↪ Deve essere assicurata la **ripetibilità** e **trasparenza** delle stime

## Metodologia di Stima



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

5

## Metodologia di Stima

### Calcolo dell'incremento netto

$$I_i = A \cdot \frac{dy}{dt} = \left( \frac{k}{v} \cdot y \left[ 1 - \left( \frac{y}{a} \right)^v \right] + y_0 \right) \cdot A$$

- ⊕  $I_i$  = incremento di biomassa [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
  - ⊕  $y$  = stock di biomassa presente nell'anno  $t$  per ettaro di superficie [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
  - ⊕  $y_0$  = incremento di stock di biomassa per ettaro di superficie in assenza di biomassa [ $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
  - ↪  $a$  = parametro  $>0$  [ $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ]
  - ↪  $k$  = parametro [ $\text{anni}^{-1}$ ]  $>0$
  - ↪  $v$  = parametro adimensionale
- } Ricavati da analisi tavole alsometriche

Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

6

## Metodologia di Stima

⊕ La metodologia di stima viene condotta secondo i seguenti passaggi metodologici:

- ↪ per **ogni anno**, viene calcolato mediante la derivata di Richards  $I_i$ , (in INEMAR i dati sono disponibili a partire dal 1990);
- ↪ viene calcolato per ogni anno la **crescita netta** dello **stock** di biomassa, a partire dal volume di stock dell'anno precedente, **sommando l'incremento** corrente e **sottraendo le perdite** dovute a utilizzazioni forestali, mortalità e incendi

Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

7

## Metodologia di Stima

$$y_i = Y_{i-1} + I_i - H_i - F_i - M_i - D_i$$

- ⊕  $y_i$  = stock nell'anno corrente [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
- ⊕  $Y_{i-1}$  = stock nell'anno precedente [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
- ⊕  $I_i$  = incremento totale nell'anno corrente calcolato come esposto in precedenza [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
- ⊕  $H_i$  = tagli nell'anno corrente [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
- ⊕  $F_i$  = incendi nell'anno corrente [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
- ⊕  $M_i$  = mortalità naturale nell'anno corrente [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]
- ⊕  $D_i$  = danno da calpestio nell'anno corrente [ $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$ ]

Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

8

## Calcolo dei serbatoi di carbonio

⊕ Biomassa epigea  $BE = GS \cdot BEF_c \cdot WBD$

↪ GS: stock di crescita

↪ BEFe: fattore di espansione della biomassa

↪ WBD: densità basale del legno

⊕ Biomassa ipogea  $BI = GS \cdot BEF_i \cdot WBD$

↪ BEFi: fattore di espansione della biomassa

⊕ Necromassa  $BM = GS \cdot BEW \cdot WBD \cdot DCF$

↪ BEW: fattore di espansione della biomassa legnosa

↪ DCF: fattore di conversione della biomassa morta

## Calcolo dei serbatoi di carbonio

⊕ Lettieria & Suolo

↪ Si utilizzano delle relazioni lineari che mettono in correlazione il contenuto di carbonio della biomassa epigea con il contenuto di carbonio nei due serbatoi derivanti da misure sul campo

$$L = \left( a \cdot \left( \frac{BE}{AREA} \right) + b \right)$$

$$Suolo = \left( a \cdot \left( \frac{BE}{AREA} \right) + b \right)$$

## Classificazione Forestale

⊕ Le categorie forestali considerate per la stima dei sink sono suddivise in macro categorie

↪ **Fustaie**

⇒ Abete rosso, abete bianco, larici, pini di montagna, pini mediterranei, altre conifere, faggio europeo, cerro, altre querce, altre latifoglie

↪ **Bosco ceduo**

⇒ Faggio europeo, castagno, carpino, altre querce, cerro, querce sempreverdi, altre latifoglie, conifere

↪ **Piantagioni**

⇒ Cedui di eucalipto, cedui di latifoglie, pioppeti, altre piantagioni di latifoglie, piantagioni di conifere, altro

↪ **Formazioni di protezione**

⇒ Foresta rupestre, foresta ripariale, arbusteti

## Classificazione Forestale

### Categorie da Carta Forestale

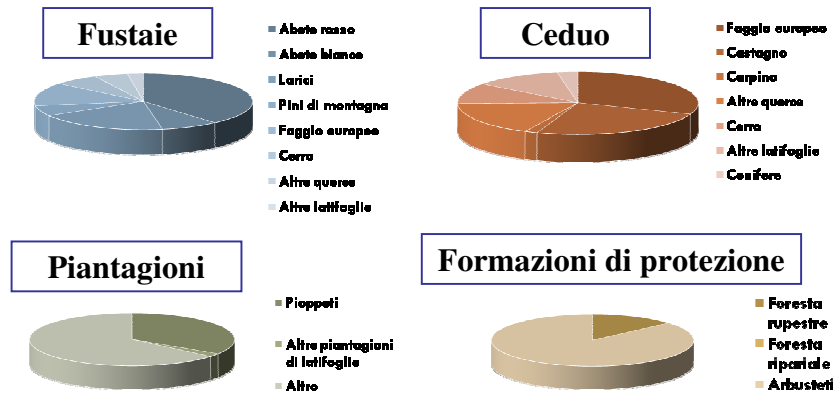
Categoria	Sigla	Categoria	Sigla
Peccete	Pe	Alneti	Al
Abieteti	Ab	Betuleti e corileti	Bc
Lariceti, larici-cembrete e cembrete	Fp	Castagneti	Ca
Pinete di pino silvestre	Ps	Quercocarpineti e carpineti	Qc
Faggete	Lc	Piceo-faggeti	Pf
Querceti	Qr	Formazioni antropogene	Fa
Orno-ostrieti	Oo	Formazioni particolari	Fn
Aceri-frassineti e aceri-tiglieti	Af	Mughete	Mg

### Categorie da DUSAF2

Descrizione DUSAF	Codice DUSAF
Pioppeti	2241
Altre legnose agrarie	2242
Cespuglieti	3221

Occorre eseguire una procedura che metta in relazione le categorie regionali con quelle considerate da ISPRA, **rendere confrontabili gli inventari**

## Classificazione Forestale



## Associazione categorie forestali ISPRA con Lombardia

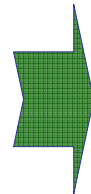
Categoria Lombardia	Categoria ISPRA	Macro Categoria	Coefficiente Ripartizione
Pi	Pini di montagna	Fustaie	1
		Bosco ceduo	0
		Piantagioni	0
		Foresta protetta	0
Lc	Faggio Europeo	Fustaie	0,24
		Bosco ceduo	0,76
		Piantagioni	0
		Foresta protetta	0
Categoria Lombardia	Categoria ISPRA	Macro Categoria	Coefficiente Ripartizione
Af		Fustaie	0,13
		Bosco ceduo	0,87
		Piantagioni	0
		Foresta protetta	0
Al	Altre Latifoglie	Fustaie	0,13
		Bosco ceduo	0,87
		Piantagioni	0
		Foresta protetta	0
Bc		Fustaie	0,13
		Bosco ceduo	0,87
		Piantagioni	0
		Foresta protetta	0

## Realizzazione Inventario Assorbimenti

- ⊕ La redazione dell'inventario degli assorbimenti forestali di carbonio consta di 2 fasi:

### 1 Fase (realizzata)

- ⊕ Recepimento della metodologia utilizzata da ISPRA
- ⊕ Verifica delle stime regionali (ISPRA)
- ⊕ Raccolta dati di superficie di fonte regionale e implementazione della metodologia
- ⊕ Verifica dei risultati ottenuti



### 2 Fase (in corso)

- ⊕ Ricerca di dati di origine regionale che possano migliorare le statistiche nazionali utilizzate per l'implementazione della prima fase

## Raccolta Dati – 1 Fase

### ⊕ Analisi dati statistici utilizzati da ISPRA:

- ↳ Inventario Nazionale dei Gas Serra (2008) – ISPRA
  - ⇒ parametri di crescita forestale;
  - ⇒ fattori di espansione della biomassa.

- ↳ ISTAT - dati relativi alla rimozione di biomassa forestale:
  - ⇒ incendi;
  - ⇒ utilizzazioni legnose.

### ⊕ Analisi dati regionali:

- ↳ Carta Regionale dei Tipi Forestali (2006) – Regione Lombardia
  - ⇒ Superfici forestali

## Dati Utilizzati – 1° Fase

- ⊕ Si sono utilizzati i dati regionali (disaggregati a livello di categorie forestali), derivanti da stime ISPRA, per il periodo 1985 – 2005, eseguite sui dati dell'INFC (1985)
- ⊕ **Utilizzazioni forestali (H)** [m<sup>3</sup>]: dati ISTAT a livello regionale elaborati da ISPRA (Tavole 1 e 2, anno 2006)
- ⊕ **Incendi (F)** [m<sup>3</sup>]: dati nazionali dal Corpo Forestale dello Stato, a livello regionale
- ⊕ **Mortalità (M)**e danno da **calpestio (D)**: coefficienti per categoria espressi in [%].
- ⊕ **Parametri forestali**: valori di letteratura utilizzati da ISPRA

## Implementazione in INEMAR

- ⊕ Per la **realizzazione** della stima dello stock di carbonio, e del conseguente assorbimento di CO<sub>2</sub> nel comparto forestale, si è resa necessaria la realizzazione di un **modulo “ad hoc”** all'interno dell'inventario delle emissioni in atmosfera (IN.EM.AR) della Regione Lombardia.



- ⊕ Struttura in tabelle
- ⊕ Aggiornabile periodicamente
- ⊕ Condivisibile con gli altri partner del progetto INEMAR

## Modulo FORESTE

- ⊕ Operativo in ambiente ORACLE®
- ⊕ 3 tipi di informazioni caricate nelle tabelle (15):

### ↳ TABELLE DI CLASSIFICAZIONE E PARAMETRI (2)

⇒ F\_MACRO\_CATEGORIE; F\_CATEGORIE

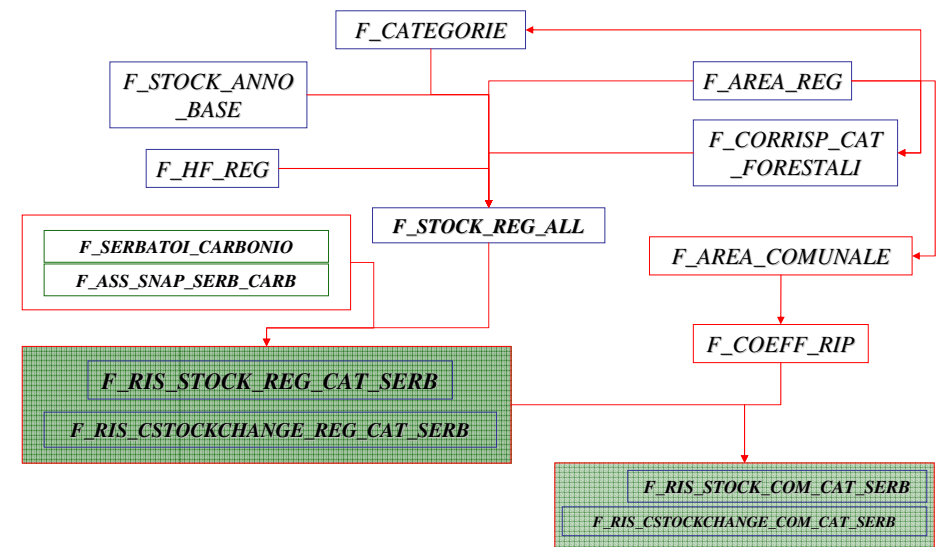
### ↳ TABELLE DEI DATI DI INPUT (8)

⇒ F\_AREA\_REG; F\_CORRISP\_CAT\_FORESTALI; F\_STOCK\_ANNO\_BASE; F\_SERBATOI\_CARBONIO; F\_AREA\_COMUNALE; F\_HF\_REG; F\_ASSOCIA\_SNAP\_ATT\_SERBATOI\_CARBONIO; F\_COEFFICIENTE\_RIPARTIZIONE

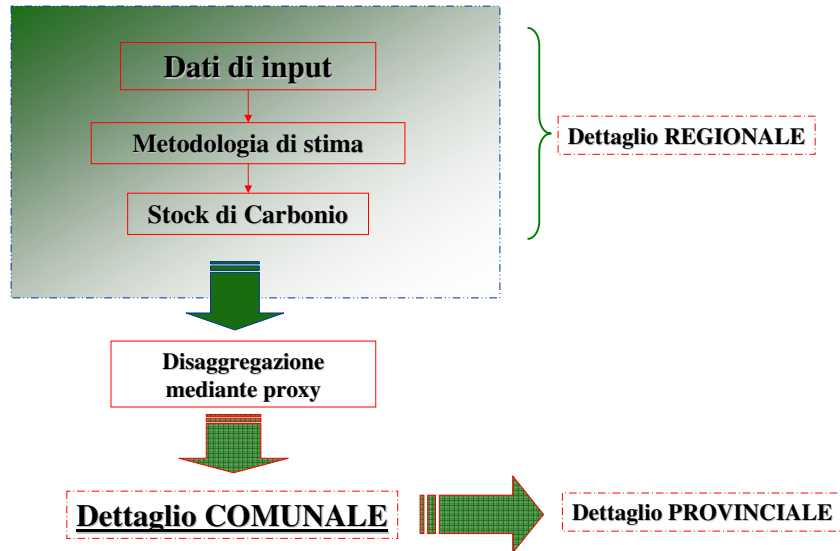
### ↳ TABELLE DEI RISULTATI (4)

⇒ F\_RIS\_STOCK\_REG\_CAT\_SERB; F\_RIS\_STOCKCHANGE\_REG\_CAT\_SERB; F\_RIS\_STOCK\_COM\_CAT\_SERB; F\_RIS\_STOCKCHANGE\_COM\_CAT\_SERB

## Modulo FORESTE



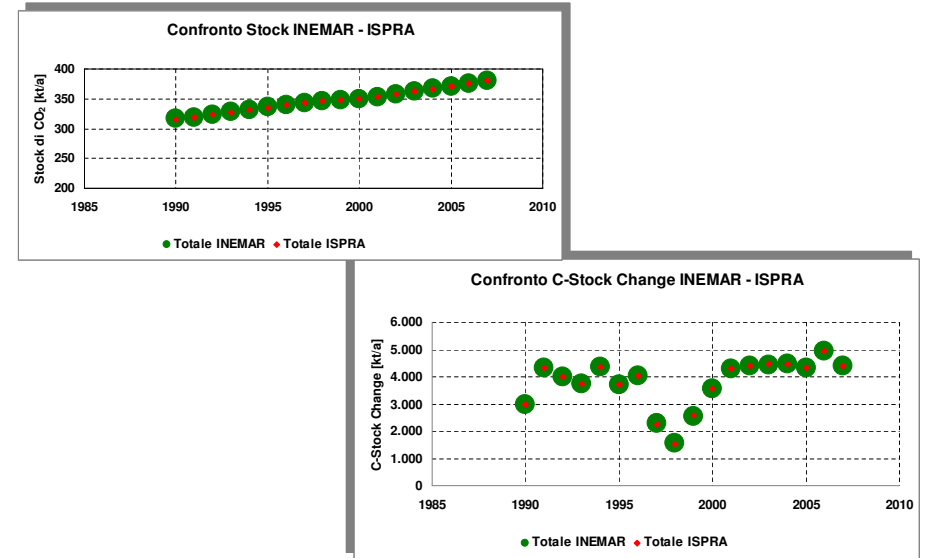
## Riepilogo



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

21

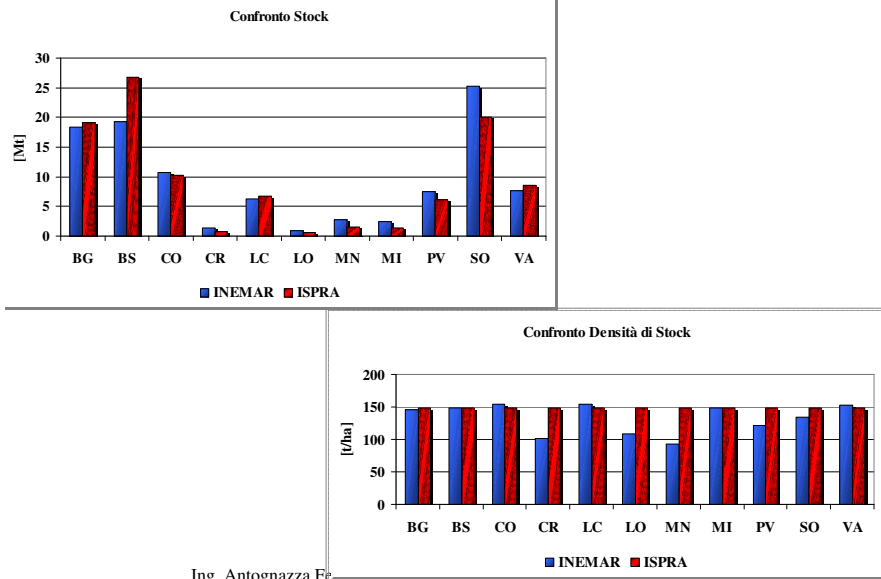
## Risultati – Lombardia, 1° fase



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

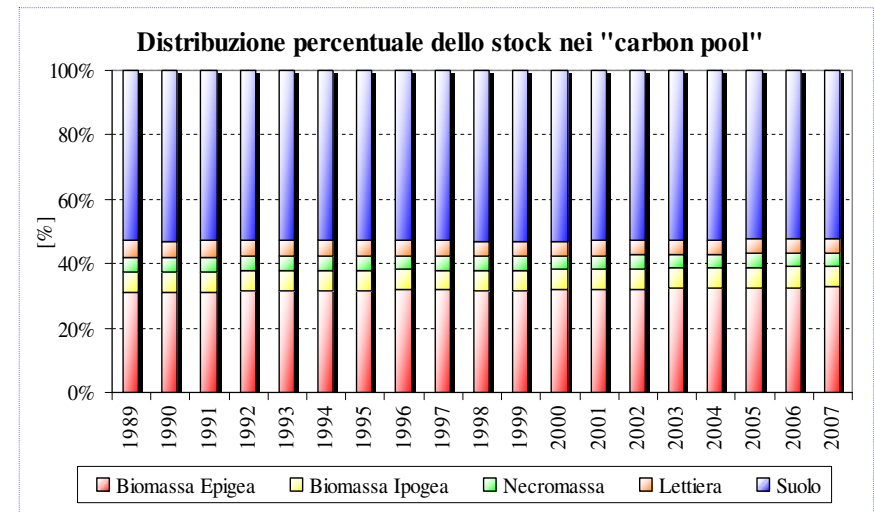
22

## Risultati – Lombardia, 1° Fase



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

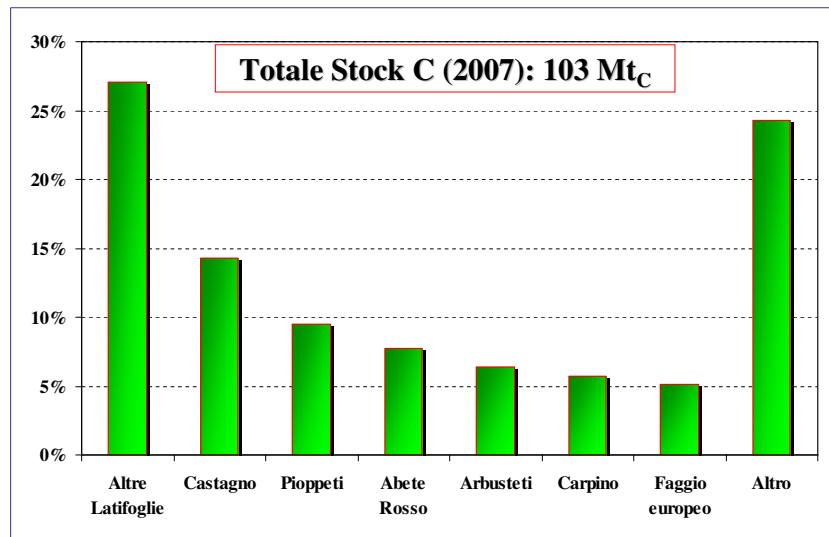
## Risultati – Lombardia, 1° Fase



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO2 in INEMAR

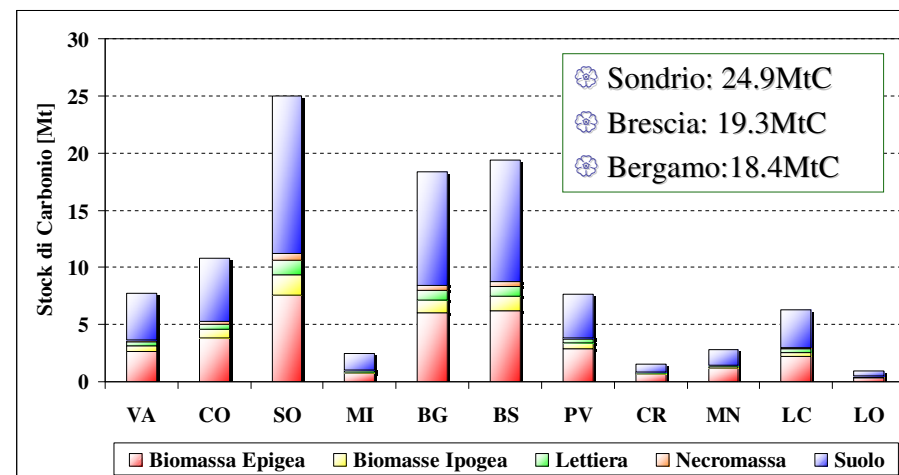
24

## Risultati - Lombardia, 1° Fase



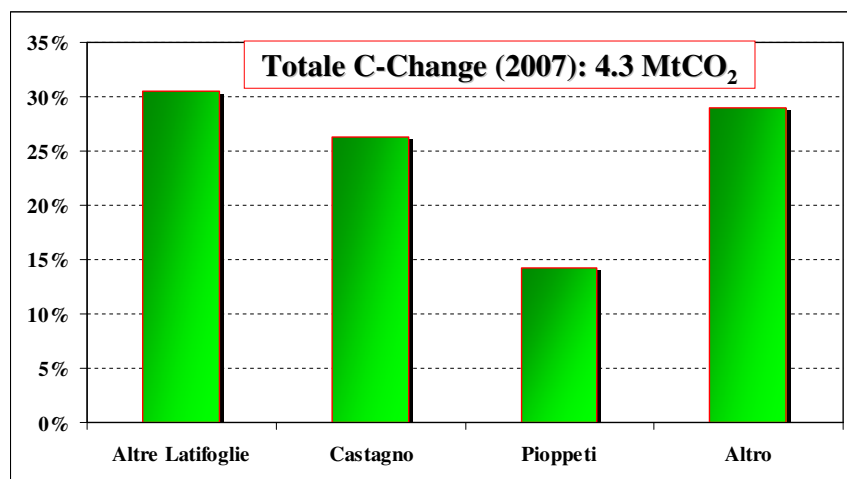
Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> in INEMAR 25

## Risultati - Lombardia, 1° Fase



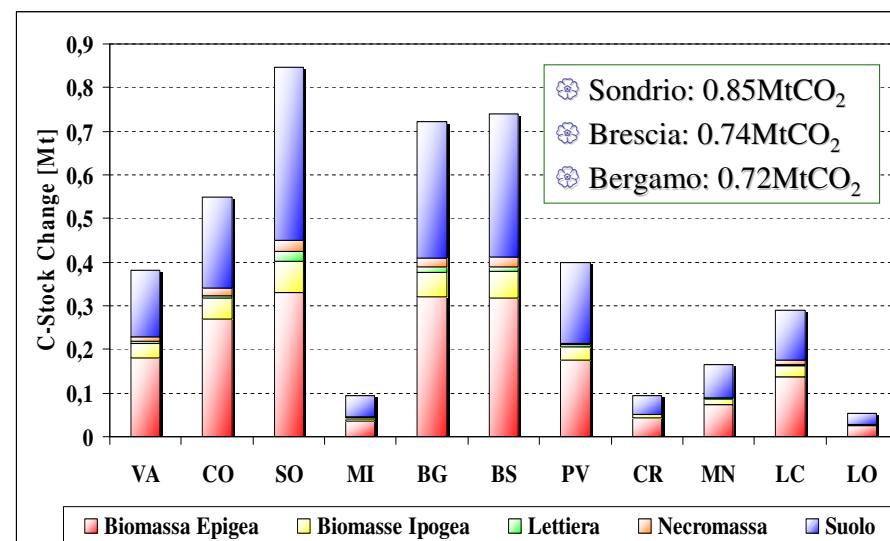
Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> in INEMAR 26

## Risultati - Lombardia, 1° Fase



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> in INEMAR 27

## Risultati - Lombardia, 1° Fase



Ing. Antognazza Federico - L'inventario degli assorbimenti di CO<sub>2</sub> in INEMAR 28

## Risultati

- ⊕ La stessa metodologia può essere applicata in tutte le regioni grazie all'apposito modulo di Inemar.
- ⊕ Sono necessari dati di
  - ↳ Superficie forestale relativa alla cartografia regionale
  - ↳ Associazione tra i tipi forestali della cartografia regionale (tabella F\_CORRISP\_CAT\_FORESTALI)
  - ↳ Creazione delle proxy comunali (tabella F\_COEFF\_RIPARTIZ)
  - ↳ Questi dati vanno integrati con quelli forniti da ISPRA (Incendi, utilizzazioni forestali, biomassa)
- ⊕ Agendo in questo modo tutte le regioni aderenti al progetto INEMAR possono realizzare la stima degli assorbimenti forestali relativi alla 1° Fase.
- ⊕ Elaborazioni sono a corso in Veneto ed in Emilia Romagna

## Implementazione in INEMAR – Seconda Fase

- ⊕ **Caratteristiche:**
  - ↳ La seconda fase dell'implementazione in INEMAR del modello For-EST, prevede una maggior specificità dei dati di input
  - ↳ I dati di input devono quindi essere di origine regionale, con il miglior grado di dettaglio ottenibile (i dati devono essere robusti)
- ⊕ **Realizzazione (in Lombardia)**
  - ↳ Contatto degli Enti Regionali portatori di informazione (e interesse) nel settore: ERSAF, RL DG Ambiente
  - ↳ Ripetute riunioni per condividere le informazioni e i dubbi relativi alle fonti dei dati e alla loro affidabilità
  - ↳ Progetto Operativo – ERSAF – RL

## Implementazione in INEMAR – Seconda Fase



## Progetto Operativo – ERSAF – RL

- ⊕ Nasce come supporto per l'implementazione dei dati forestali all'interno del modulo FORESTE.
- ⊕ **Obiettivo:**
  - ↳ *Ricerca e selezione di dati di natura forestale più affinati per meglio descrivere:*
    - ⇒ Presenza
    - ⇒ Tipologia
    - ⇒ Stato di utilizzo
- ⊕ La ricerca, l'adeguamento e l'aggiornamento dei dati è riferito a:
  - ↳ Superfici forestali
  - ↳ Dati di biomassa
  - ↳ Utilizzazioni forestali
  - ↳ Incendi



## Progetto Operativo – ERSAF – RL

### # Superfici forestali:

- ↳ Maggiori o uguali a 5.000m<sup>2</sup> (standard internazionali)
- ↳ Comprese tra 2.000 e 4.999 m<sup>2</sup> (rispetto normativa regionale)
  - ⇒ 2 supporti informatici con cartografie digitali geo-referenziate in formato vettoriale (uso suolo e tipo forestale)
  - ⇒ In corso un controllo per le superfici site in zone di pianura
- ↳ Evoluzione superfici forestali:
  - ⇒ Evoluzione regionale ricavabile dalle varie versioni del DUSAF. In corso di calibrazione un andamento di crescita tendente alla normalizzazione

### # Rapporto ceduo – fustaia

- ↳ Viene utilizzato quello riportato nel INFC 2005

## Progetto Operativo – ERSAF – RL

### # Utilizzazioni forestali:

- ↳ Statistiche ISTAT sottostimano la reale utilizzazione boschiva
- ↳ Disponibile un archivio in RL con consuntivi annuali per gli anni 1990 – 2007 → in attesa di accesso archivio per elaborare statistiche per quel periodo
- ↳ Per il periodo 2007 – 2009: dato informatizzato puntuale di taglio (comunale)

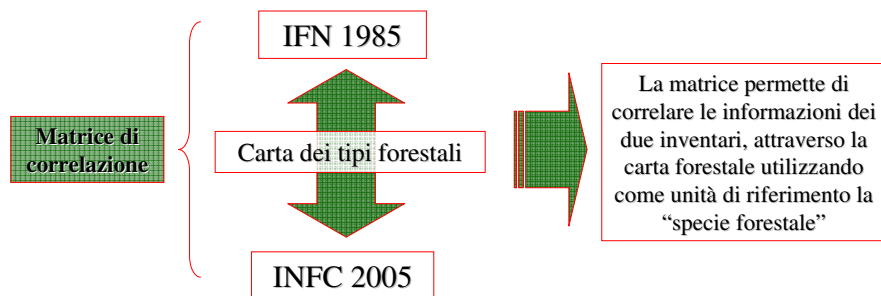
### # Incendi:

- ↳ Scarsa incidenza in Lombardia e mai completamente distruttivi
- ↳ Sono stati censiti gli incendi straordinari, sulla base dei quali elaborare delle statistiche più appropriate per le altre tipologie di incendio
  - ⇒ Manca distinzione tra incendio radente e di chioma

## Progetto Operativo – ERSAF – RL

### # Biomassa forestale:

- ↳ Impossibilità di estrarre i dati dai PAF lombardi
- ↳ Calcolo a partire dalle superfici delle categorie forestali e dalla Carta dei Tipi forestali



## Criticità

### # Criticità:

- ↳ Correlazione laboriosa tra le categorie utilizzate nell'inventario e i tipi forestali presenti nella cartografia regionale
  - ⇒ La matrice di correlazione potrebbe essere condivisa a livello di progetto INEMAR per avere delle indicazioni comuni
- ↳ Scarsità di informazioni, o poca robustezza dei dati relativi alle utilizzazioni forestali
  - ⇒ Presenza di mercato "nero": flussi difficili da individuare
  - ⇒ I dati ISTAT sulle utilizzazioni forestali sono sottostimati
- ↳ Dati su incendi: necessario verificare l'affidabilità

## Possibili sviluppi

### # Possibili sviluppi :

- ↪ Realizzazione di una matrice di correlazione tra le categoria forestali IFN 1985 e le categorie forestali INFC 2005 condivisa tra le regioni del progetto INEMAR per realizzare una piattaforma di lavoro uniforme
- ↪ Utilizzo delle informazioni relative al contenuto di carbonio nei suoli per migliorare la stima del contenuto di carbonio nel suolo forestale (correlazione tra biomassa epigea e suolo)