

---

# LA VALUTAZIONE DEL SERVIZIO DI PROTEZIONE: UN MODELLO ECONOMICO PER LE FORESTE MONTANE

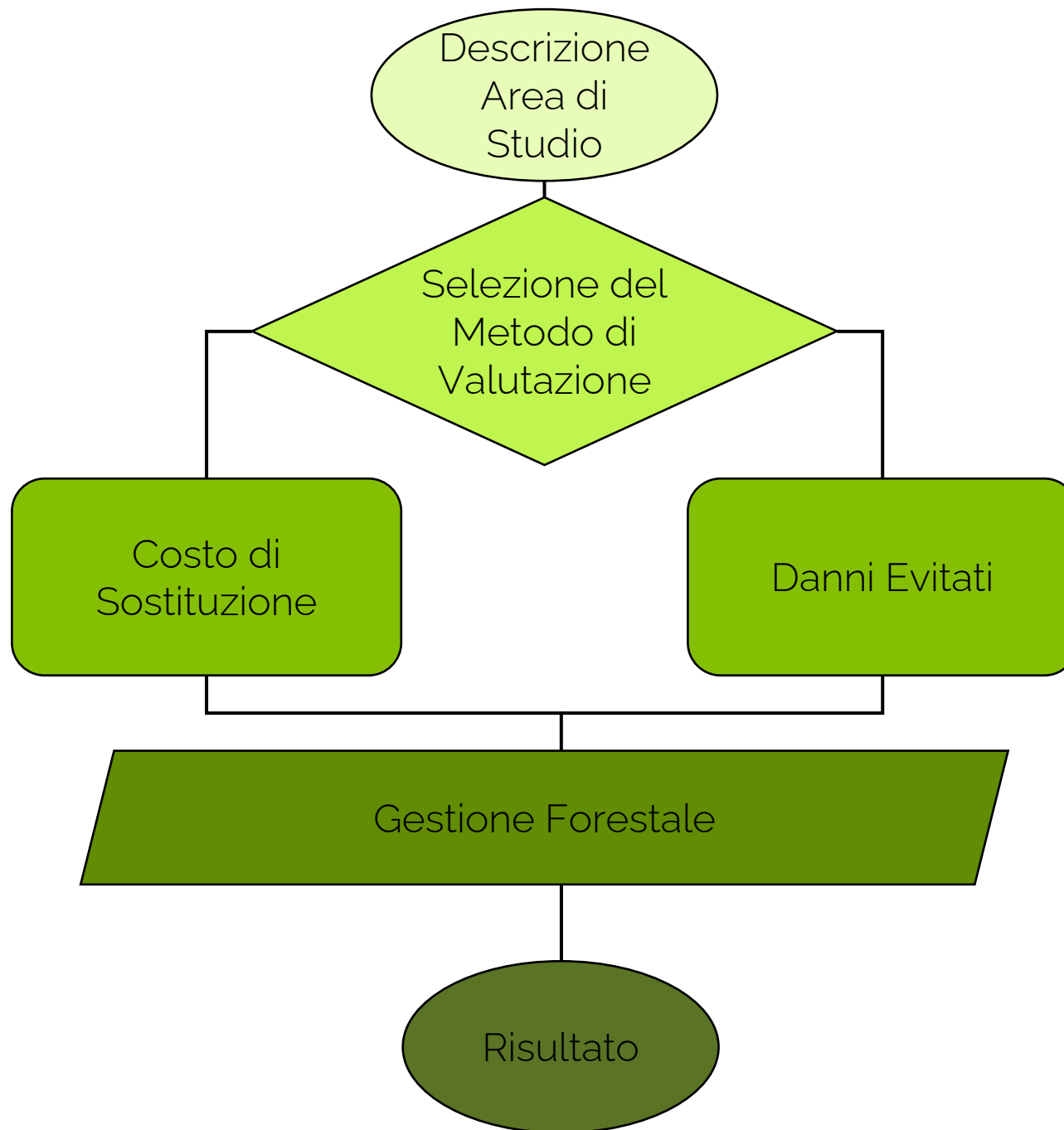
---



*Stefano Bruzzese, Cristian Accastello,  
Simone Blanc, Bruna Comini, Giulia Amato,  
Mauro Masiero, Filippo Brun*

# FRAMEWORK ASFORESEE

Sistema esperto per la  
valutazione del **servizio  
protettivo** offerto dalla  
foresta **contro la caduta  
massi**



INPUT  
(TECNICI ED  
ECONOMICI)

METODOLOGIA

OUTPUT

# COSTO DI SOSTITUZIONE

**Approccio:** il valore protettivo della foresta corrisponde ai costi per la realizzazione di opere difensive (Dixon *et al.*, 2013)



Foto: Geobrugg

Alcuni requisiti (Shabman & Batie, 1978):

- l'opera deve svolgere una **funzione analoga** a quelle della foresta
- l'opera deve essere la **meno cara** fra le alternative disponibili
- la società deve essere **disposta a sostenere i costi** piuttosto che rinunciare al servizio ecosistemico

# DANNI EVITATI

**Approccio:** il valore protettivo della foresta corrisponde all'ammontare dei danni che essa previene ad elementi a rischio (Fuch & McAlpin, 2005)



Foto: iStock

Le voci di costo considerate per i danni secondo quanto riporta Beecher (1996):

- **Costi diretti** (danno emergente)
- **Costi indiretti** (lucro cessante)

# INPUT TECNICI

## GENERALI

(area foresta di protezione, intervallo di tempo considerato, saggio d'interesse, ecc.)



## COSTO DI SOSTITUZIONE

### DOMANDA DI PROTEZIONE

(classi di rischio PAI, sondaggio a stakeholder)



## DANNI EVITATI

### ELEMENTI A RISCHIO

(probabilità di presenza, vulnerabilità e letalità)



# ORPI

---

Indice dell'**efficienza meccanica** della foresta  
(valore espresso in %)

Dupire *et al.* (2016)

## VERSANTE

(lunghezza, pendenza e dislivello)



## FORESTA

(densità, composizione specifica e  $D_{1.30}$ )



## MASSO

(diametro, forma e tipo di roccia)



## GESTIONE FORESTALE

(intensità e anno d'intervento, periodo dei tagli, ecc.)



## COSTO DI SOSTITUZIONE

### OPERE DIFENSIVE

(energia cinetica massa, fattori di sicurezza, ecc.)



## DANNI EVITATI

### ELEMENTI A RISCHIO

(valore economico del bene, VLS, ecc.)



# OUTPUT

Foresta  
irrilevante

$$V_{\text{protettivo}} = \sum_{i=0}^t \text{Macchiatico}_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

**CDS & DE**

---

Foresta  
rilevante, **ma**  
insufficiente

$$V_p = C_{\text{opera}} - C_{\text{operaridotta}} - \sum_0^t M_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

**CDS**

---

Foresta rilevante  
e sufficiente

$$V_p = (C_o \cdot \text{ORPI}) - \sum_0^t M_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

**CDS**

$$V_p = \text{Danni Evitati} + \sum_0^t M_i \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

**DE**



# COSTO DI SOSTITUZIONE

## 1. Efficacia delle foreste

Identificazione aree a rischio caduta massi

Identificazione parametri di efficacia protettiva

Definizione delle classi di efficacia per ciascun parametro

Definizione **punteggi** per ciascuna classe di efficacia (*expert-based* e simulazioni)

## 2. Equivalenza con le opere

Definizione **energia dissipata** per boschi a punteggi definiti

Individuazione «funzioni di protezione»

Identificazione **misure alternative** al bosco (barriere paramassi)

## 3. Costo delle opere

Determinazione dei **costi** delle misure alternative al bosco

Stima del **costo di sostituzione** per singolo poligono

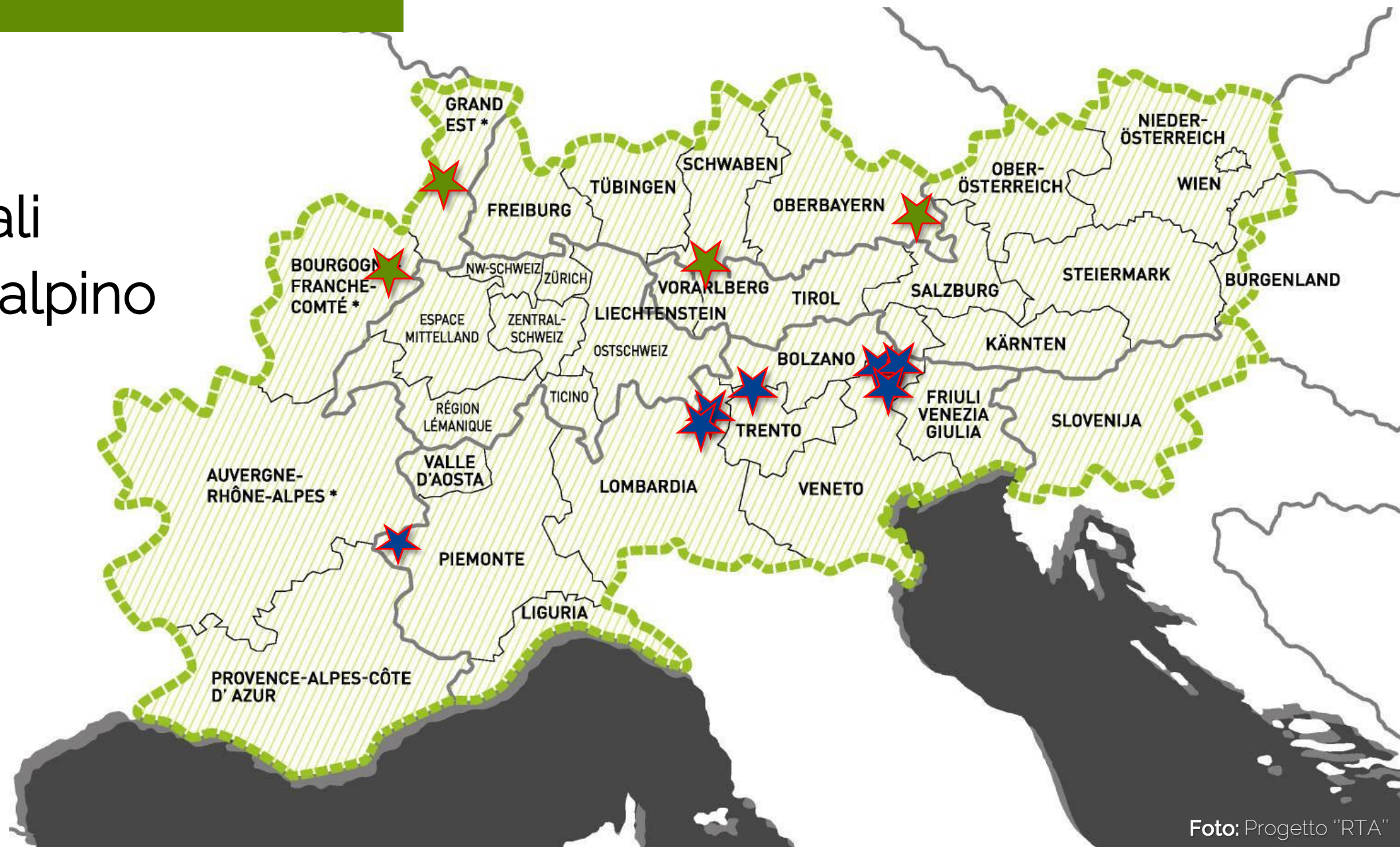
Stima del **valore totale** per i boschi di Lombardia

# CASI STUDIO

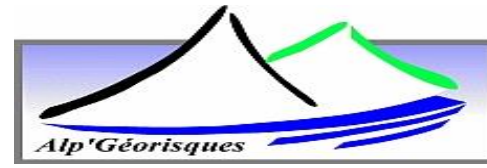
11 totali

7 nazionali

4 spazio alpino



# PARTNER



# CASO STUDIO 1 - KAYSERSBERG (FR)

Foresta mista di conifere: **16,45 ha**

Elemento a rischio: **450 m** di strada D415

Efficacia meccanica della foresta (ORPI): **62%**

Livello di protezione desiderato: **elevato (75  
%)**

Costo opera difensiva "ridotta": **391.000 €**



Foto: Soulignac



Foto: Google Earth

# CASO STUDIO 2 - CESANA TORINESE (IT)

Larici-cembreto su rodoreto-vaccinieto: **6 ha**

Elemento a rischio: **500 m** di strada SS24

Efficacia meccanica della foresta (ORPI): **86%**

Valore unitario strada: **887 €/m<sup>2</sup>**

Traffico giornaliero medio annuo: **300 veicoli (20.000 €)**

Frequenza di persone media annua: **600 persone  
(1.950.000 €)**



Foto: Google Maps



Foto: Google Maps

# KAYSERSBERG

VALORE PROTETTIVO



**262.300 €**

**16.000 €/ha**

**500 €/ha/anno**

# CESANA TORINESE

VALORE PROTETTIVO



**125.000 €**

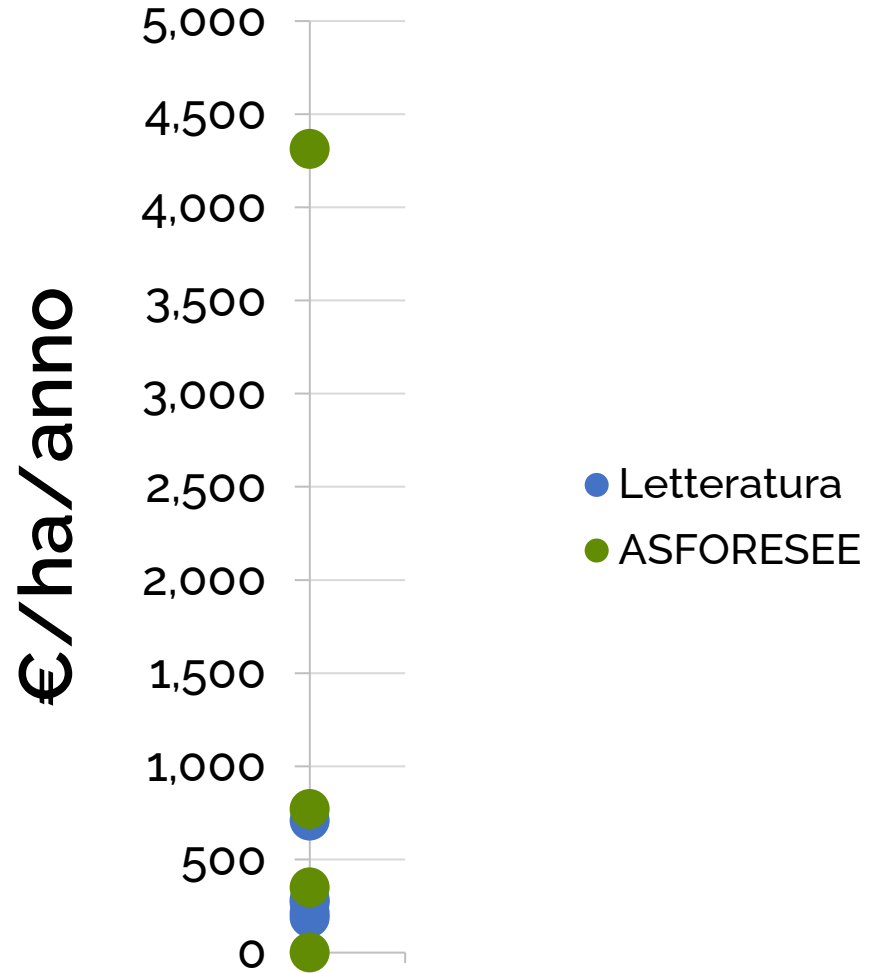
**21.000 €/ha**

**650 €/ha/anno**

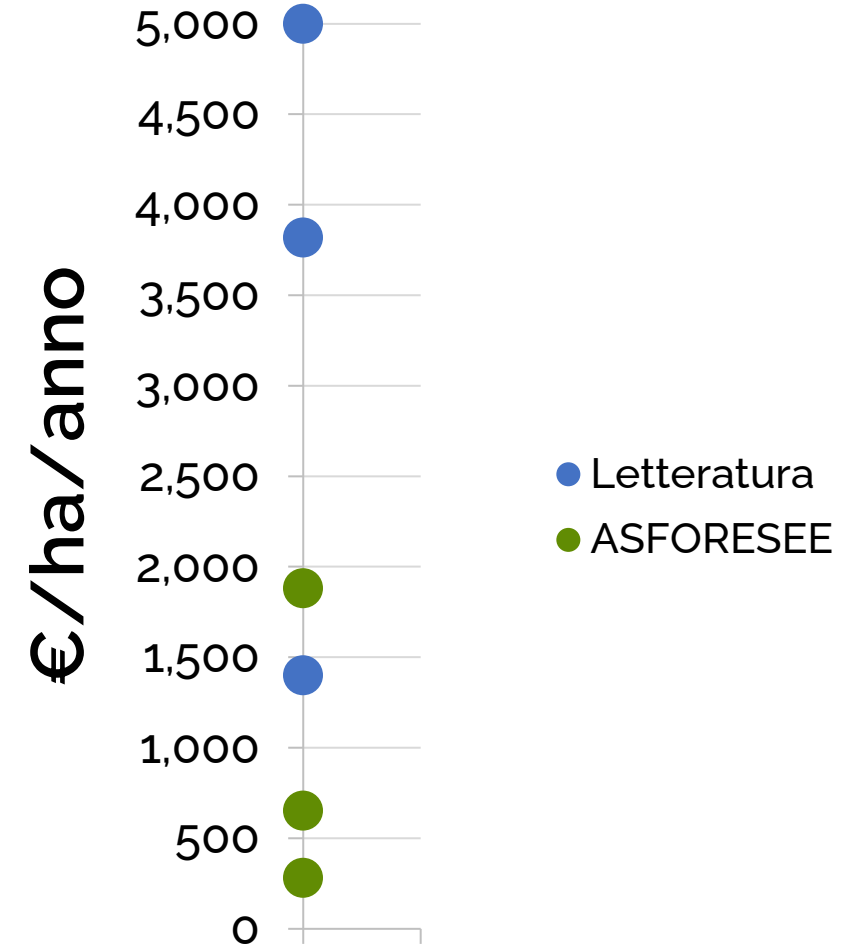
Valore servizi ecosistemici in Italia ~ **400 €/ha/anno** (Pettenella, 2019)

# RISULTATI

## COSTO DI SOSTITUZIONE



## DANNI EVITATI



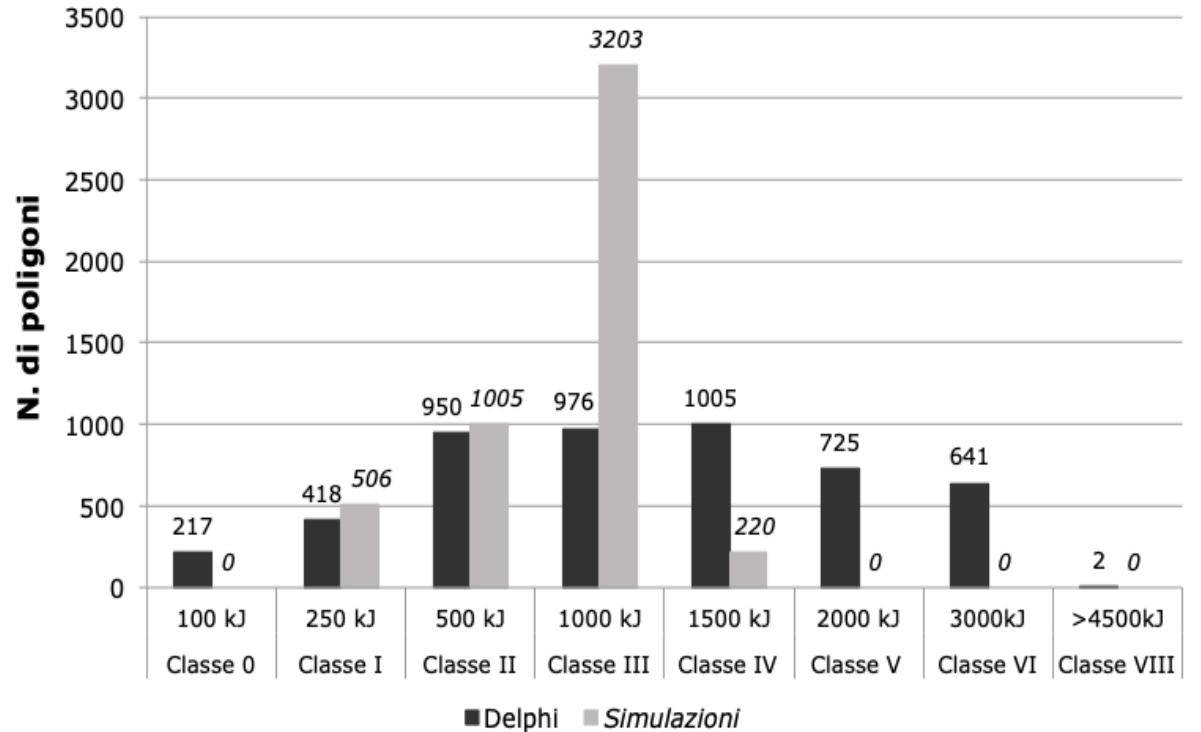
# RISULTATI ERSAF/ETIFOR

## FORESTE DI PROTEZIONE:

4900 poligoni

92.300 ha

	Delphi	Simulazioni
<b>ENERGIA DISSIPATA (kJ)</b>	7,4 ÷ 3,380	108 ÷ 1039
<b>CLASSI DI EQUIVALENZA</b>	Distribuzione pseudo-normale	65 % nella classe III





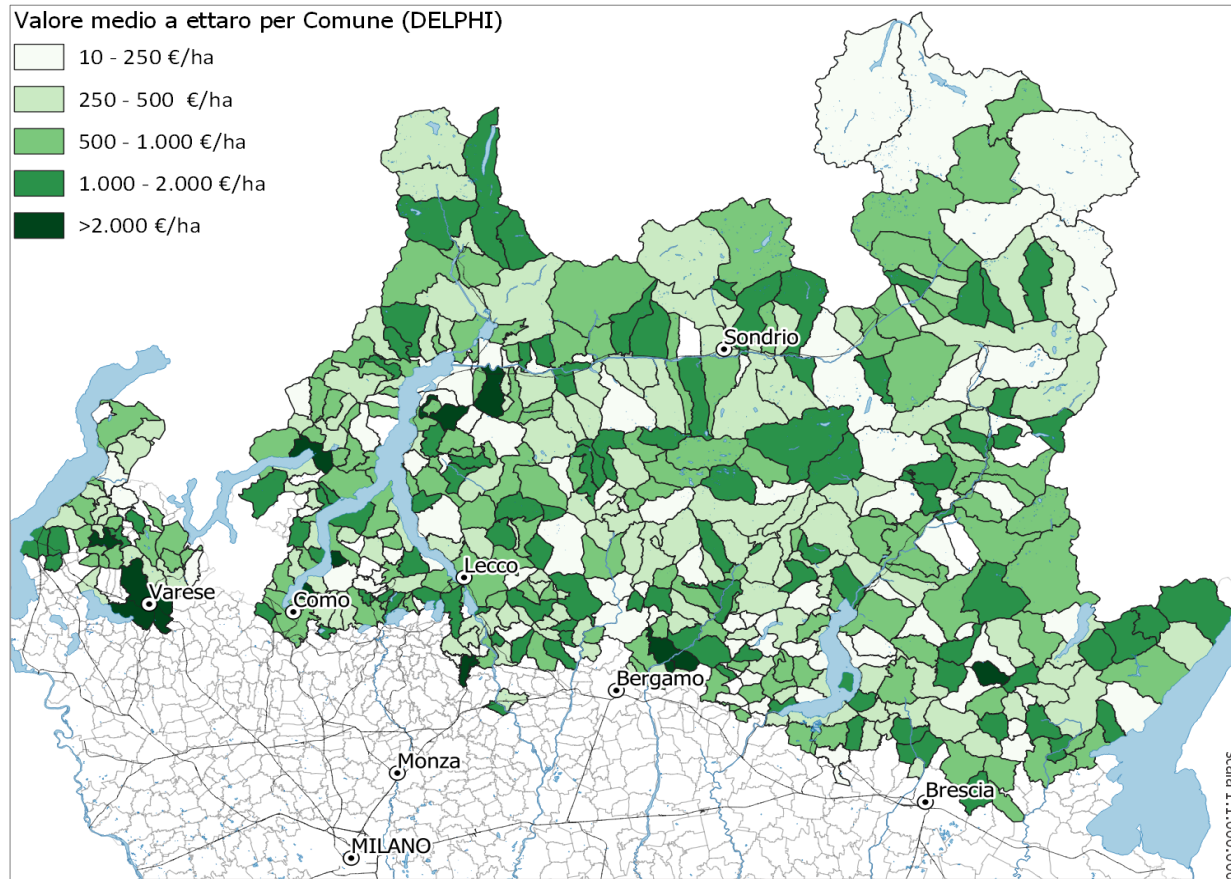
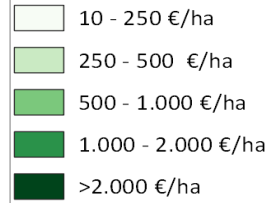
# RISULTATI ERSAF/ETIFOR

	Delphi	Simulazioni
VALORE COMPLESSIVO (milioni di €/anno)	32,19	24,33
VALORE UNITARIO (€/ha*anno)	348,75	263,63

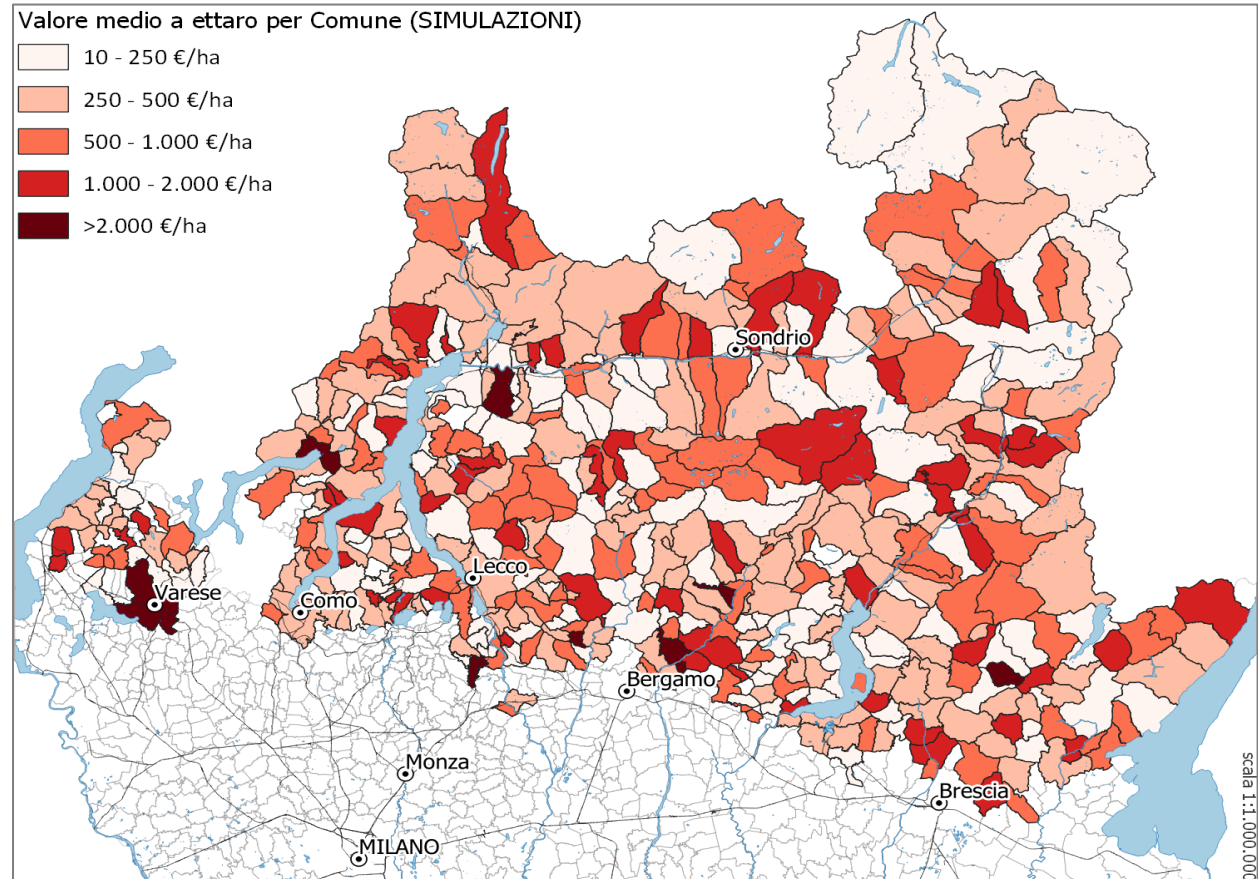
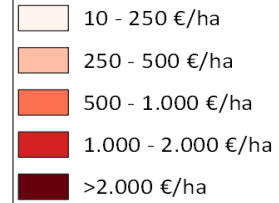
- Valori in linea con altri studi simili (Paletto e Notaro, 2012, Goio et. Al, 2007)
- Valore prelievo legnoso: 18,6 M€ (GESTIRE A.5)  
= protezione è 1,3-1,7 volte più elevato

# RISULTATI ERSAF/ETIFOR

Valore medio a ettaro per Comune (DELPHI)



Valore medio a ettaro per Comune (SIMULAZIONI)



# CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- ASFORESEE è un sistema **interattivo, replicabile, economico** e richiede **pochi input**
- I **limiti intrinseci** del sistema sono l'applicazione a livello limitato di **scala spaziale** e la **non confrontabilità dei risultati** ottenuti con i due diversi metodi
- Possibili sviluppi futuri di ASFORESEE:
  - Applicazione per altri **rischi naturali gravitativi** (es. valanghe e colate di fango)
  - Adozione in **analisi multicriteria di supporto decisionale** e **costi-benefici**
  - Integrazione con i **Sistemi Socio-Ecologici** per ampliare la scala spaziale della domanda e dell'offerta

VI RINGRAZIO PER  
L'ATTENZIONE!

