

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Pianificazione territoriale, paesaggistica, urbanistica  
ambientale

Tesi di Laurea Magistrale

**LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI  
FORESTALI**

**Metodo e orientamenti e per la pianificazione territoriale attraverso il  
caso studio della Valle Tanaro.**



**Relatore:**

Angioletta Voghera

**Corelatore:**

Giorgio Pelassa

**Candidato:**

matricola 232597

Graziella Pillari

Anno accademico 2017/2018

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| Abstract.....   | 5  |
| Introduzione.....   | 9  |
| <b>1. L’ecosistema e i servizi ecosistemici forestali</b>   |    |
| 1.1. Introduzione all’ecosistema.....   | 12 |
| 1.1.1. Il concetto di ecosistema.....   | 12 |
| 1.1.2. I servizi ecosistemici .....   | 13 |
| 1.1.3. I rischi per i servizi ecosistemici.....   | 17 |
| 1.2. L’ecosistema forestale .....   | 20 |
| 1.2.1. La funzione regolativa: protettiva e climatica.....  | 21 |
| <i>Approfondimento 1. La Carbon Footprint, indicatore di sostenibilità</i> .....                                  | 25 |
| 1.2.2. La funzione di approvvigionamento.....   | 26 |
| 1.2.3. La funzione culturale.....   | 28 |
| <b>2. Le foreste nelle politiche internazionali, comunitarie e nazionali:<br/>influenze per la pianificazione</b> |    |
| 2.1. Il quadro internazionale ed europeo.....   | 31 |
| 2.1.1. Le foreste negli accordi internazionali.....   | 31 |
| 2.1.2. Le foreste nelle politiche dell’UE.....  | 34 |
| 2.2. Il ruolo delle foreste nelle politiche internazionali.....   | 37 |
| 2.2.1. Le foreste come strumento per arrestare il cambiamento climatico:<br>l’Emission<br>Trading.....            | 37 |
| 2.2.2. La gestione forestale: il CFM e la strategia REDD+.....  | 39 |
| 2.3. Il quadro italiano.....  | 40 |
| 2.3.1. Le politiche forestali .....   | 40 |
| 2.3.2. La pianificazione forestale .....  | 42 |

### **3. La valutazione economica dei servizi ecosistemici**

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Le ragioni della valutazione economica dei servizi ecosistemici.....   | 44 |
| 3.1.1. Le pressioni sulle foreste.....  | 44 |
| 3.1.2. La consapevolezza della popolazione sul ruolo dell'ambiente.....   | 46 |
| 3.2. Attribuire un valore economico ai servizi ecosistemici.....  | 48 |
| 3.2.1. La valutazione economica ambientale: metodi e tecniche.....  | 49 |
| 3.2.2. Le iniziative internazionali. Il Millennium Ecosystem Assessment e il<br>MAES sulla mappatura degli ecosistemi e dei<br>servizi..... | 52 |
| <i>Approfondimento 2. Il MAES in Italia e in Piemonte.....</i>  | 55 |
| 3.2.3. Le iniziative internazionali. TEEB, The Economics of<br>Ecosystems and Biodiversity.....   | 60 |
| 3.2.4. Il progetto Life+ Making Good Nature e<br>gli strumenti di supporto alla valutazione.....  | 61 |

### **4. La valutazione economica dei servizi ecosistemici forestali: il caso studio della Valle Tanaro**

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Inquadramento dell'area di studio.....                      | 65 |
| 4.2. La funzione regolativa climatica .....                      | 69 |
| 4.2.1. Il sequestro di carbonio.....                             | 69 |
| 4.2.1.1. Il metodo   |    |
| 4.2.1.2. I risultati   |    |
| 4.2.1.3. Il calcolo delle emissioni dei comuni                   |    |
| 4.2.2. L'assorbimento di PM <sub>10</sub> .....                  | 78 |
| 4.2.2.1. Il metodo   |    |
| 4.2.2.2. I risultati   |    |
| 4.3. La funzione regolativa – protettiva.....                    | 84 |
| 4.3.1. La protezione dall'erosione. Il metodo e i risultati..... | 85 |
| 4.3.2. La protezione idrologica. Il metodo e i risultati .....   | 91 |
| 4.4. La funzione di approvvigionamento.....                      | 96 |
| 4.4.1. Prodotti legnosi.....                                     | 96 |
| 4.4.1.1. Il metodo   |    |
| 4.4.1.2. I risultati   |    |

|  |     |
|--|-----|
| 4.4.1.3. Calcolo della domanda di legname  |     |
| 4.4.2. I prodotti non legnosi. I funghi.....   | 107 |
| 4.4.2.1. Il metodo e i risultati   |     |
| 4.4.3. I prodotti non legnosi. Le castagne.....  | 109 |
| 4.4.3.1. Il metodo e i risultati   |     |
| <i>Approfondimento 3. I prodotti non legnosi. I tartufi</i> .....                            | 110 |
| 4.5. La funzione culturale.....  | 113 |
| 4.5.1. Il metodo e i risultati   |     |
| 4.6. Elaborazione dei risultati. Due approcci per trattare i valori economici dei<br>SE..... | 115 |
| 4.6.1. Il Valore Economico Totale.....   | 119 |
| 4.6.2. La Cluster Analysis.....  | 120 |

## **5. La valutazione dei servizi ecosistemici e la pianificazione**

|   |     |
|---|-----|
| 5.1. Orientamenti generali per la pianificazione .....  | 125 |
| 5.1.1 L'approccio ecosistemico: rete ecologica e infrastrutture verdi<br>per salvaguardare le funzioni ambientali.....  | 125 |
| 5.1.2 Il Valore dei SEF per le strategie sullo sviluppo sostenibile e<br>sull'adattamento al cambiamento climatico..... | 128 |
| 5.2 Pianificazione territoriale e Green Economy.....  | 130 |
| 5.2.1 Il sistema dei PES per la pianificazione e la green economy.....  | 132 |
| 5.3 Il valore dei servizi ecosistemici forestali per gli strumenti di<br>pianificazione piemontesi.....                 | 134 |
| 5.3.1 Orientamenti per gli strumenti pianificatori: il PTR e il PPR.....  | 134 |
| 5.3.2 Orientamenti per la pianificazione forestale: la gestione sostenibile.....  | 137 |
| 5.3.3 Orientamenti per la pianificazione di assetto idrogeologico.....  | 138 |
| Conclusioni.....  | 140 |
| Elenco degli allegati.....  | 144 |
| Bibliografia.....   | 147 |

## ABSTRACT

La questione ambientale richiede interventi per ridurre lo sfruttamento poco sostenibile del capitale naturale. Uno degli aspetti al centro dei dibattiti internazionali, che emerge soprattutto dalle strategie per lo sviluppo sostenibile e l'adattamento al cambiamento climatico, è quello dei servizi ecosistemici, ossia i benefici che la natura offre e che contribuiscono alla stabilità ambientale e al benessere del sistema socioeconomico. Ciò che viene sottolineato è che l'importante ruolo dei servizi ecosistemici è stato ignorato per molto tempo, cosa che ha contribuito a sfruttare in modo insostenibile le risorse naturali. Pertanto, risulta necessario riconoscerne ed esplicitarne il valore sia biofisico sia economico.

La tesi si avvicina al tema della valutazione dei servizi ecosistemici da un punto di vista teorico e pratico, approfondendo nello specifico quella economica dell'ecosistema forestale. Questa scelta è dovuta al fatto che il lavoro si è basato sul tirocinio svolto in Regione Piemonte, che ha riguardato la valutazione di alcuni servizi ecosistemici dei boschi della Valle Tanaro. L'obiettivo dell'elaborato è quello di capire in quale modo il sistema di valutazione dei servizi ecosistemici può essere utile alla pianificazione territoriale, quali influenze, e quali obiettivi si possono raggiungere. Si discute, inoltre, sui meccanismi più adatti ad attuare una gestione sostenibile delle foreste e perseguire gli obiettivi della green economy e dello sviluppo sostenibile.

A livello teorico l'ecosistema forestale viene presentato non solo descrivendone le funzioni, i benefici offerti e i rischi che minacciano la loro fornitura, ma anche ripercorrendo come le politiche internazionali hanno riconosciuto il ruolo dei boschi fino ad ora. Quelle sul cambiamento climatico, sulle emissioni di carbonio, e sullo sviluppo sostenibile sottolineano il rilevante contributo delle funzioni forestali sia per l'ambiente sia per il sistema socioeconomico. Questi documenti riconoscono la necessità di individuare anche un valore economico ai servizi ecosistemici per farne emergere in modo più chiaro l'importanza. Tradurre il valore biofisico della natura in termini economici risulta utile sia ai decisori e ai pianificatori per fare scelte consapevoli che riguardano l'ambiente, sia per sensibilizzare sul tema. L'iniziativa che ha avviato i lavori a riguardo è il Millennium Ecosystem Assessment, seguita da TEEB, MAES, e i progetti europei Life+ che approfondiscono il sistema di valutazione economica. Tuttavia, è

importante sottolineare che la ragione per cui si individuano i valori monetari dei servizi ecosistemici non è quella di rendere commerciabili le risorse naturali, in questo specifico caso forestali, ma di fare emergere l'importanza dei boschi e intervenire per una gestione sostenibile.

La componente pratica viene approfondita attraverso il lavoro svolto durante il tirocinio, trattato in questo elaborato come caso studio. Il metodo utilizza indicatori biofisici ed economici associati ad alcuni servizi ecosistemici forestali e il software utilizzato principalmente è Gis che permette di ottenere la mappatura dei dati. Utilizzando gli indicatori si ha il vantaggio dell'agevole replicabilità anche per scale locali. Il metodo viene approfondito nel modo di rendere utilizzabili i risultati finali per la pianificazione territoriale, pertanto si sperimentano due approcci, quello del Valore economico Totale e quello della Cluster Analysis. Discutendo vantaggi e svantaggi di entrambi, emerge l'utilità di utilizzarli in modo complementare, per il quale si indicano approfondimenti migliorativi.

The environmental issue demands to intervene in order to reduce further natural capital unsustainable exploitation. One of the current theme, highly debated internationally, which emerges especially from sustainable development and climate change adaptation strategies, is that of ecosystem services. These are the benefits the nature offers which guarantee environmental and socioeconomic well-being. What is highlighted is that ecosystem services important role has been ignoring for years that has contributed to heighten natural resources' exploitation. Therefore, it results necessary to acknowledge and point out both their biophysicist and economic value.

The thesis approaches to evaluation of ecosystem services from a theoretical and practical point of view, considering specifically the economic one of forest ecosystem services. This choice is due to the work produced during the internship in Region of Piedmont, on which the thesis is based, that concerned with the evaluation of some ecosystem services of Valle Tanaro's forests. The aim of the dissertation is to understand how and in what direction the evaluation system could influence territorial planning, what orientations and methods it could give and, consequently, what objectives it is possible to reach. Moreover, it is discussed on the mechanisms which could be useful to obtain a

sustainable management of forests and to pursue green economy and sustainable development's goals.

From a theoretical point of view, forest ecosystem is analysed not only considering its functions, benefits produced and the main threats, but also retracing how international policies have acknowledged forests' role until present-days. The current climate change, carbon emission and sustainable development policies underline the relevant contribution of forests' function both for environment and socio-economic system. Most of these documents acknowledge the importance to define an economic value to ecosystem services in order to show clearer their relevance. Translate the biophysicist value of nature, that often is less considered by socio-economic system, in an economic one could benefit the sensitization of people and awareness of politics and planners regarding environmental actions. The initiative that started research on this topic was the Millenium Ecosystem Assessment, followed by The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), Mapping and Assessment of Ecosystem Services (MAES), European Projects Life+, which currently support the economic evaluation approach. However, it is important to remark that monetary values are individualized for ecosystem services, in this case forest, not to create a trade of natural resources, but to let forests' importance emerge, thus to intervene for their sustainable management.

The practical aspect of forest ecosystem services evaluation is analysed through the results of the work produced during the internship that is included in this dissertation as case study. The method chosen defines biophysicist and economic indicators for some forest ecosystem services, using the software Gis which allows to realize data'smaps. Working with indicators has the advantage of the easier replicability also for local situation. Further, a consideration is focused on how to make final results useful for territorial planning, thus two approaches are tested, Total Economic Value and Cluster Analysis. Discussing on advantages and disadvantages of both the approaches, it results useful to use them in a complementary way and also to deep some aspects that could improve the method.

*“In tutte le cose della natura esiste qualcosa di meraviglioso”*

*(Aristotele)*

## Introduzione

Questa tesi è basata sull'esperienza di tirocinio, svolto in Regione Piemonte e incentrato sulla valutazione economica dei servizi ecosistemici (SE) forestali della Valle Tanaro, in provincia di Cuneo. L'obiettivo è di mostrare che la valutazione economica dei SE può essere uno strumento utile alla pianificazione territoriale per prendere decisioni su interventi e politiche ambientali. Viene presentato il metodo di valutazione utilizzato per la Valle Tanaro e l'approccio sperimentato per elaborare i risultati ottenuti, rendendoli utili alla pianificazione territoriale.

Quello dei servizi ecosistemici è un argomento interdisciplinare e centrale dei dibattiti attuali che riguardano l'ambiente, e la relativa valutazione, che include anche il punto di vista economico, è un tema in continuo approfondimento. Considerando che ogni stima necessita di una motivazione, ci si chiede perché attribuire un valore monetario al capitale naturale. Premettendo che il concetto di valore ha molti significati, che vanno oltre quello economico, generalmente è usato come sinonimo di importanza propria di qualcosa che può essere o meno un bene di scambio (allo stesso modo il valore della vita o dell'amicizia come il valore del pane o dell'acqua). In termini economici, invece, si parla soprattutto di valore d'uso e di scambio per quei beni commerciabili sul mercato, per i quali esiste un prezzo determinato da domanda e offerta. Quando si trattano beni non commerciabili, astratti, il valore è attribuito in base a considerazioni soggettive, storiche, culturali che lo definiscono insostituibile, di alto valore e non oggetto di scambio<sup>1</sup>. L'ambiente non è oggetto di mercato e ha un'importanza inestimabile, pertanto valutarlo economicamente sembrerebbe inopportuno. Tuttavia, è attualmente una questione di dibattito poiché attribuire un valore monetario rappresenta un modo per esplicitare in modo oggettivo l'importanza dell'ambiente (nell'accezione generale di valore), che contribuisce alla sopravvivenza degli esseri viventi. Il valore biofisico dei servizi ecosistemici offerti dalla natura è stato infatti ignorato per molto tempo, cosa che, insieme al fatto di avere pensato che le risorse naturali fossero inesauribili, ha portato a sfruttare l'ambiente in modo insostenibile, degradandolo. Molti degli impatti negativi sono alla base di attuali sfide affrontate a livello globale, come il cambiamento climatico, la perdita della biodiversità e l'inquinamento. Sebbene si tratti di temi multidisciplinari che

---

<sup>1</sup> "VALORE". Treccani. <http://www.treccani.it/vocabolario/valore/>, consultato il 13/6/2017.

coinvolgono diversi settori, in questa sede l'attenzione si focalizzerà sul ruolo che ha la pianificazione territoriale.

Queste iniziali riflessioni sono state approfondite attraverso ricerche che hanno costituito la base per lo sviluppo della tesi, la quale ha nel caso studio la parte centrale che mostra il metodo di valutazione utilizzato e propone l'approccio sperimentato per l'elaborazione dei risultati. Il primo capitolo tratta il concetto di ecosistema e dei servizi ecosistemici, la cui fornitura risulta in prospettiva particolarmente a rischio, a causa delle azioni antropiche. Dopo aver tratteggiato un quadro di tali problematiche, si focalizza l'attenzione sull'ecosistema forestale e i relativi servizi forniti, introducendo così l'oggetto del caso studio. Dal momento che il degrado delle foreste e la loro salvaguardia, sono temi di interesse globale, nel secondo capitolo è analizzato il punto di vista di alcune politiche internazionali, comunitarie e nazionali in materia forestale. Si analizza come è stato progressivamente riconosciuto il ruolo delle foreste in tali documenti. Infatti, l'aumentata consapevolezza dei problemi ambientali ha portato a definire accordi per contrastare il degrado dell'ambiente, molti dei quali definiscono la valutazione economica del capitale naturale come uno strumento utile per includere il valore della natura nel processo decisionale. Pertanto, si procede nel terzo capitolo a mostrare il perché sia necessaria una valutazione economica dei servizi ecosistemici ripercorrendo le iniziative internazionali del Millennium Ecosystems Assessment (2003), TEEB (2011), MAES (2013) che hanno creato le basi per il lavoro di valutazione dei successivi progetti come Life+ MNG.

Il caso studio delle foreste della Valle Tanaro è oggetto del quarto capitolo, attraverso cui si approfondisce la pratica di quanto presentato a livello teorico. Il lavoro guarda ai lavori realizzati precedentemente, principalmente all' "Advanced Forest Fire Fighting" (AF3, Settimo programma quadro), in cui hanno partecipato alcune professoressa del Politecnico di Torino, sulla valutazione dei servizi ecosistemici forestali della regione Sardegna. Il metodo si avvale di indicatori biofisici ed economici associati ad alcuni servizi ecosistemici forestali, individuati sulla base della classificazione internazionale CICES. Un secondo riferimento usato è quello europeo LIFE+ che ha studiato le aree protette della rete Natura 2000, il quale è utilizzato come guida per il calcolo di alcuni indicatori. L'applicazione del metodo permette di mostrare relativi vantaggi e svantaggi e si procede elaborando ulteriormente i risultati, sperimentando due

approcci complementari per utilizzare i risultati finali e renderli fruibili dalla pianificazione territoriale. Ragionando su questi esiti, nell'ultimo capitolo si riflette sulle relazioni del metodo valutativo con la pianificazione, sugli orientamenti che può dare alla pianificazione, e sui meccanismi attraverso cui incorporare i risultati nei processi decisionali. Si individuano tre macro-aree, una di orientamenti generali, una sui PES, che permettono un lavoro congiunto tra pianificazione e green economy e una più specifica per gli strumenti di pianificazione, prendendo a riferimento quelli piemontese.

## L'ecosistema e i servizi ecosistemici forestali

Questo primo capitolo introduce ai concetti di ecosistema e di servizi ecosistemici, analizzando nello specifico quelli forestali. Si è scelto di concentrarsi su questo ambiente sulla base del caso studio, incentrato sui servizi ecosistemici forestali della Valle Tanaro. Nonostante influenzino il benessere del sistema socioeconomico, scarsa attenzione è posta affinché gli ecosistemi possano continuare a fornirli anche in futuro. Infatti, alcune azioni antropiche generano impatti negativi che minacciano la funzionalità dell'ambiente.

### 1.1 Introduzione all'ecosistema

#### 1.1.1 Il concetto di ecosistema

Il concetto di ecosistema, introdotto inizialmente dall'ecologia, definisce il rapporto esistente tra gli organismi e l'ambiente in cui vivono. Una delle prime definizioni lo descrive come:

“[...] l'entità in cui gli organismi viventi e il loro ambiente abiotico sono interrelati inseparabilmente e interagiscono l'un l'altro” (Allesina et al, 2007: 12).

Un ecosistema è caratterizzato da: stabilità, diversità, resistenza e resilienza. È *stabile* se riesce a mantenere le proprie caratteristiche nonostante i cambiamenti e gli impatti esterni, grazie alle relazioni tra esseri viventi, ambiente, e scambi di energia e materia. La *resistenza* invece corrisponde alla capacità dell'ecosistema di mantenere intatta la sua struttura a fronte di una pressione esterna; mentre la *resilienza* è il saper tornare allo stato iniziale entro un certo periodo di tempo, dopo aver subito delle alterazioni (Mossello, 2008). Infine, la diversità è una componente strutturale essenziale, che come viene detto alla conferenza di Rio de Janeiro è:

“la variabilità fra tutti gli organismi viventi, inclusi quelli del sottosuolo, dell'aria, gli ecosistemi acquatici, terrestri e marini e i complessi ecologici dei quali fanno parte; questa include la diversità all'interno delle specie, tra le specie e degli ecosistemi” (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000: 2).

La biodiversità è sinonimo di ricchezza la cui presenza significa “salute” per l'ecosistema, in quanto ne garantisce il corretto funzionamento, fornendo i servizi

ecosistemici necessari al benessere umano. Un ecosistema è fragile se possiede un basso livello di biodiversità, che lo rende più debole ad affrontare gli stress ambientali, mentre è resiliente e forte con un alto livello di biodiversità. Numerose ricerche dimostrano che la perdita di biodiversità riduce l'efficienza attraverso cui le specie producono biomassa e altre risorse essenziali. Invero, il fatto che ci siano più soggetti a svolgere la stessa funzione garantisce una maggiore stabilità e resilienza di fronte a minacce ambientali. Nonostante tale componente sia così rilevante ha un valore "invisibile" dal punto di vista economico, cosa che ha contribuito a sfruttare in modo insostenibile gli ecosistemi, influenzandone i cali di biodiversità (Barbera & Raimondi, 2017).

La biodiversità è la componente dell'ecosistema a cui si farà maggiormente riferimento in questo elaborato, essendo appunto la forza motrice della fornitura dei servizi ecosistemici. Pertanto, molta attenzione dovrebbe essere posta per la sua salvaguardia.

### **1.1.2 I servizi ecosistemici**

Il termine *servizi ecosistemici* (SE) comprende tutti quei vantaggi e beni che si ottengono dall'ambiente che svolge diverse *funzioni ecosistemiche*<sup>2</sup>. Una delle prime definizioni è stata quella di Roberto Costanza:

"Ecosystem goods (such as food) and services (such as waste assimilation) represent the benefits human populations derive, directly or indirectly, from ecosystem functions" (Costanza, et al, 1997).

L'espressione ha cominciato a diffondersi grazie al *Millennium Ecosystems Assessment*, un'iniziativa delle Nazioni Unite intrapresa nel 2000 con l'obiettivo di dimostrare quali conseguenze i cambiamenti degli ecosistemi possono provocare al benessere umano. Il MA intende accrescere la conservazione e l'uso sostenibile degli ecosistemi e propone di definire i SE come "*i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano*" (MA, 2003: 53), suddividendoli in quattro macro-categorie corrispondenti a rispettive funzioni:

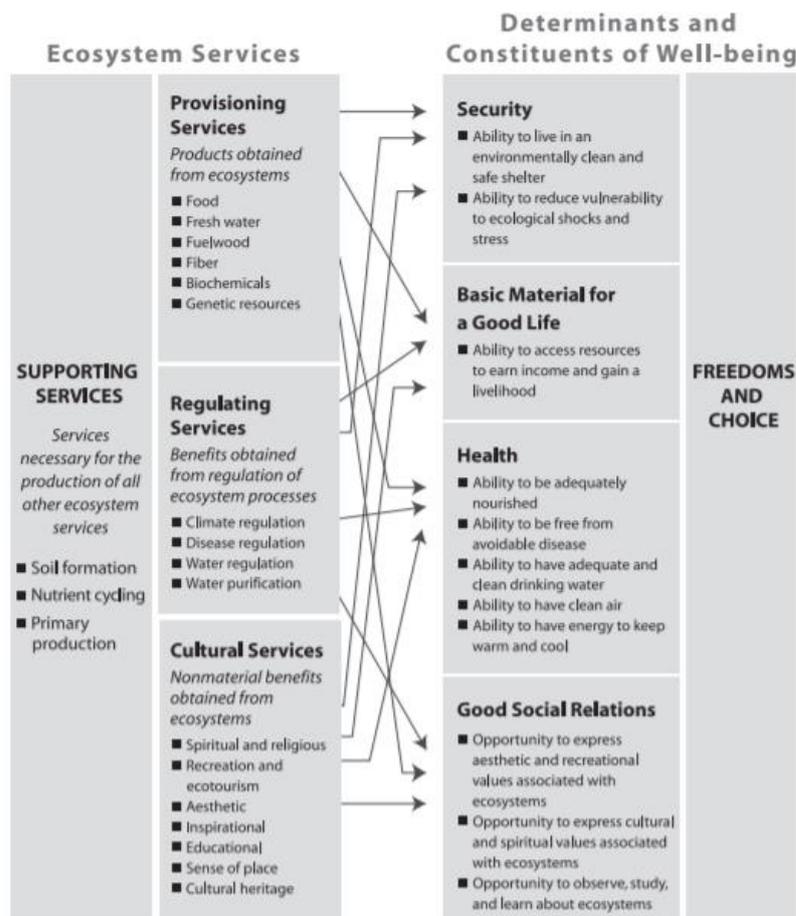
- servizi di sostegno, necessari per la produzione di altri;
- servizi di approvvigionamento, comprendono prodotti materiali ottenibili dagli ecosistemi, come il cibo, il legno, l'acqua;

---

<sup>2</sup> "Ecological production functions describe the relationships between the structure and function of ecosystems and the provision of services" (Haines-Young & Potschin, 2009: 35).

- servizi di regolazione, benefici ottenuti da azioni svolte dagli ecosistemi come la purificazione dell'acqua, la regolazione del clima e il sequestro del carbonio;
- servizi culturali, ossia l'arricchimento culturale, lo sviluppo cognitivo personale ed esperienze estetiche.

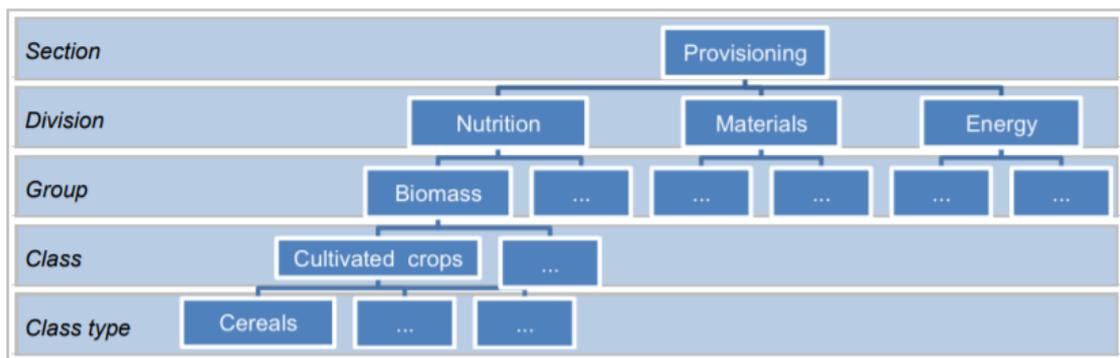
Lo schema in *figura 1.1.1* sintetizza le relazioni tra servizi ecosistemici e benessere per gli esseri umani (MA, 2003).



*Figura 1.1.1 - Le reciproche influenze di servizi ecosistemici e benessere.*  
Fonte: MATTM-WWF Italia Onlus, 2009: 5.

Quello della classificazione non è un aspetto secondario del dibattito sui servizi ecosistemici, per il quale è richiesto un coordinamento affinché ci sia una base comune per la valutazione. Oltre al MA, anche la TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*) ha proposto un simile sistema di classificazione dei servizi ecosistemici, e successivamente a livello nazionale, i paesi hanno prodotto propri schemi (<http://openness.hugin.com/example/cices>). Al fine di semplificarne la comprensione, il CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) ha sviluppato una struttura gerarchica organizzata in tre **sezioni** corrispondenti alle macro categorie

(approvvigionamento, regolazione, culturale); le **divisioni** ossia i processi o gli output principali; i **gruppi** che distinguono i processi in biologici e materiali collegabili a risorse concrete; le **classi** che individuano entità individuali, di cui è fornita l'unità di misura e gli indicatori per misurare i servizi ecosistemici, *figura 1.1.2* (Haines-Young & Potschin, 2013). A differenza del MA, alcune classificazioni distinguono tra “beni” (tangibili) e i “servizi” (intangibili), il che influisce sulla valutazione permettendo di evitare problemi come il doppio conteggio.



*Figura 1.1.2 - Struttura del sistema di classificazione del CICES.*  
 Fonte: <https://cices.eu/cices-structure/> consultato l'8/7/2017.

La classificazione del CICES, per la struttura che presenta, offre il vantaggio di evitare il rischio di valutare due volte un SE. Quello del doppio conteggio (o double counting) è un problema che si può presentare quando per un servizio viene valutato sia il processo sia il risultato del processo. Ad esempio, se viene attribuito un valore al SE flusso idrico e uno all'energia idroelettrica producibile si ha un errore (Ojea, et al, 2011). La stessa cosa si avrebbe con valutazione della fornitura di legname per uso energetico e l'energia elettrica o termica producibile. Diversi studi indicano che per evitare il problema è meglio fare riferimento ai servizi finali, (*output based*) o comunque considerare le relazioni tra servizi e i processi che li determinano. La classificazione del CICES tra tutte è quella che aiuta a tale scopo in quanto distingue tra servizi intermedi e quelli finali (Ojea et al, 2011).

È possibile ricondurre la classificazione del MA o del TEEB a quella del CICES, sebbene non sempre esista una corrispondenza esatta tra le variabili. Un esempio è proposto in *figura 1.1.3* che confronta la struttura della categoria dell'approvvigionamento nei tre sistemi.

| MA categories        | TEEB categories      |                       | CICES v4.3  |
|----------------------|----------------------|-----------------------|---|
| Food (fodder)        | Food                 | Provisioning services | Biomass [Nutrition]   |
| Fresh water          | Water                |                       | Biomass (Materials from plants, algae and animals for agricultural use)                           |
| Fibre, timber        | Raw Materials        |                       | Water (for drinking purposes) [Nutrition]   |
| Genetic resources    | Genetic resources    |                       | Water (for non-drinking purposes) [Materials]   |
| Biochemicals         | Medicinal resources  |                       | Biomass (fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use and processing) |
| Ornamental resources | Ornamental resources |                       | Biomass (genetic materials from all biota)  |
|                      |                      |                       | Biomass (fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use and processing) |
|                      |                      |                       | Biomass (fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use and processing) |
|                      |                      |                       | Biomass based energy sources  |
|                      |                      |                       | Mechanical energy (animal based)  |

Figura 1.1.3 - Confronto tra il sistema MA, TEEB e CICES.

Fonte: <http://db.parks.it/news/allegati/PNASInov31766-all2.pdf> consultato il 9/7/2017.

La disponibilità dei servizi ecosistemici sopra elencati è dunque un fattore alla base del benessere umano (figura 1.1.4). Alcune funzioni ecosistemiche generano benefici di carattere locale, che ricadono sulla popolazione immediatamente attorno, mentre altri sono di interesse globale, come lo stoccaggio di anidride carbonica. Gli ecosistemi

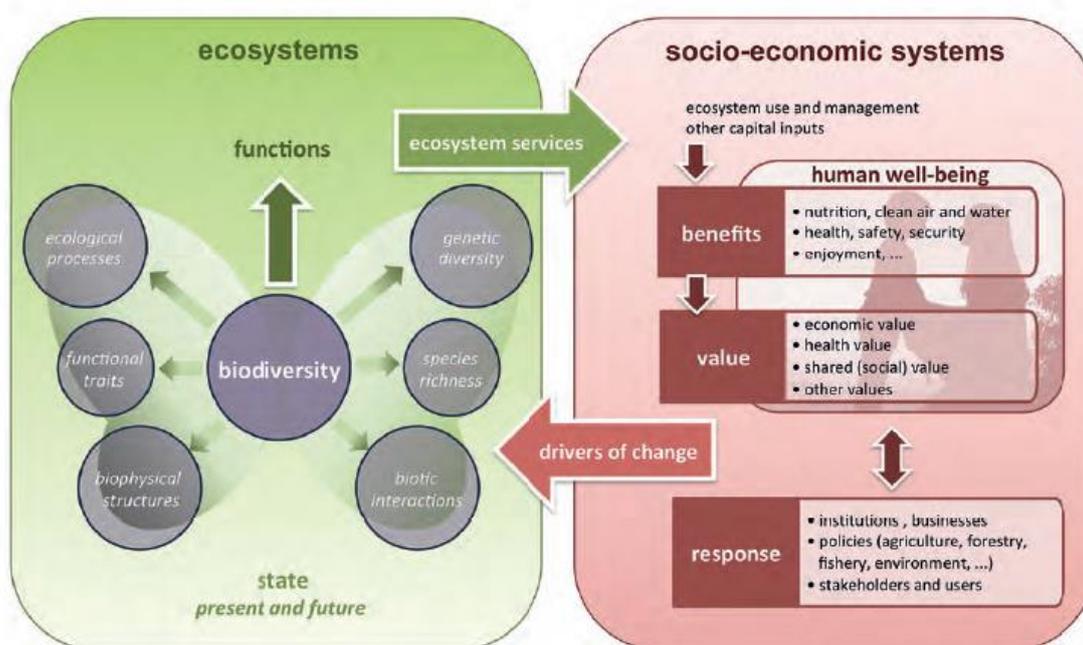


Figura 1.1.4 - Schema sulla relazione tra l'ecosistema e il sistema socioeconomico.

Fonte: Maes et al, 2013:17.

possono però fornire tali servizi se in grado di lavorare correttamente, quando sono ricchi di biodiversità. Tuttavia, dando per scontato la presenza e illimitata disponibilità degli ecosistemi, se n'è sottostimato il valore, l'importanza, cosa che ha incoraggiato comportamenti e abitudini dannose per la loro conservazione, ponendoli attualmente in una situazione critica (Maes et al, 2013; Science for Environment Policy, 2015).

Il legame tra biodiversità e servizi ecosistemici è dimostrato da molte ricerche, sebbene debba ancora essere approfondito data la complessità delle relazioni biologiche in parte sconosciute. Dal momento che il degrado ambientale e i pericoli che minacciano gli ecosistemi sono sempre più evidenti, diversi approcci e progetti per quantificare e valutare i SE sono stati avviati anche a livello internazionale (Santolini, 2010).

### **1.1.3 I rischi per i servizi ecosistemici**

La biodiversità e l'ambiente sono minacciati attualmente da fattori come il degrado degli habitat, il cambiamento climatico, il sovra-sfruttamento delle risorse, la presenza di specie aliene e invasive e l'inquinamento. Tuttavia, poiché la relazione *biodiversità – benessere umano* fatica ancora ad essere compresa, determinate abitudini continuano ad essere perseguite, provocando di conseguenza effetti negativi per la natura. Il MA (2003) ha messo in luce che gli ecosistemi europei sono quelli ad avere subito una maggiore frammentazione ad opera dell'uomo. Secondo queste informazioni, solo l'1-3% delle foreste dell'Europa occidentale può essere definito "indisturbato dalla presenza umana" (CE, 2006). Capire quali sono le principali minacce per i SE è importante anche per capire come e in quali ambiti la pianificazione può intervenire per salvaguardare gli ecosistemi.

Gli impatti che negativamente incidono sull'ambiente sono molti e gran parte legati alle attività antropiche e al sovra sfruttamento delle risorse naturali. Il tipo di economia che si è sviluppato dalle prime fasi dell'industrializzazione ne ha presupposto un'illimitata disponibilità, idea che si è rivelata errata facendo emergere il problema della loro scarsità. Un uso insostenibile del capitale naturale compromette l'efficace fornitura di servizi ecosistemici (Mossello, 2008). Un utile indicatore di sostenibilità che esplicita in che misura viene sfruttato l'ambiente è l'impronta ecologica (*figura 1.1.5*), che dichiara se il sistema ecologico è a rischio della capacità di carico, ossia l'abilità di fornire risorse<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> L'impronta ecologica è utile per mostrare la dipendenza del sistema antropico urbano dall'ambiente naturale. Introdotto nel 1996 da Mathis Wackernagel e William Rees, è un indicatore che valuta quante

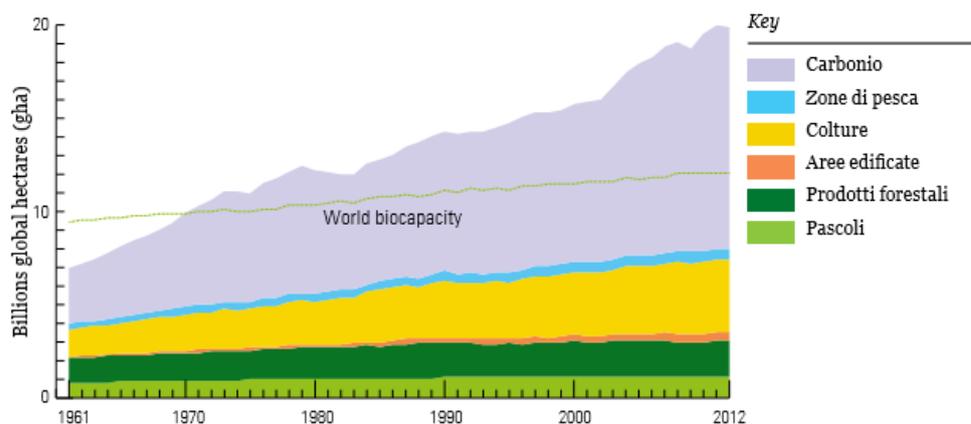


Figura 1.1.5 - Le impronte ecologiche utilizzate per l'intero indicatore.  
Fonte: WWF, 2016:20.

Il WWF (2016) afferma che superare la biocapacità non può divenire un'abitudine, e può essere sopportato se di brevi periodi. Tuttavia, questo superamento si è protratto a lungo fino a procurare pericolose conseguenze. Di seguito vengono analizzate alcune minacce per le risorse naturali, sfruttate in modo insostenibili, e che provocano la riduzione della fornitura dei SE.

Tra le risorse sfruttate vi è il suolo, che è fragile, non rinnovabile, ma in grado di svolgere importantissime funzioni, di approvvigionamento (fornisce cibo, materie prime), regolativa (protegge dai fenomeni erosivi) e di supporto. Un consumo insostenibile del terreno riduce il ruolo protettivo, aumenta la frammentazione rendendolo più vulnerabile ai fenomeni naturali intensi (ISPRA, 2016). Questa risorsa viene sfruttata anche per l'aspetto produttivo, che genera impoverimento di tipo ecologico dei terreni e della biodiversità naturale. Inoltre, l'espansione dell'agricoltura e degli allevamenti di bestiame avviene spesso sui territori forestali che vengono disboscati, contribuendo al cambiamento climatico e alla limitazione dei SE (Arpa Piemonte, 2015).

Un'ulteriore risorsa particolarmente danneggiata è l'aria, che in questo caso non viene sfruttata in modo materiale come il suolo. L'inquinamento atmosferico ha raggiunto livelli tali da renderlo un problema di risonanza globale, poiché gli effetti negativi hanno

---

risorse naturali si consumano ogni anno, facendo quindi un bilancio rispetto a quanto la Terra riesce a rigenerare. Nello specifico si misura in area marina e terrestre biologicamente produttiva, necessaria per rigenerare le risorse consumate e per assorbire i rifiuti (Mossello, 2008). I due studiosi Wackernagel e Rees calcolarono all'inizio del XXI secolo che la disponibilità di ecosistemi produttivi media globale è di 1,5 ha pro-capite. L'Europa ha un IE triplo, gli Stati Uniti superiore a 6 ha pro-capite. I paesi del Terzo Mondo presentano invece valori al di sotto del dato medio (WWF, 2016).

un raggio molto ampio (Maglia, 2005; Mazzali, 1989). Le cause principali del problema sono i processi di combustione dovuti alla produzione di energia, ai trasporti, al riscaldamento e alle produzioni industriali. Questi processi emettono inquinanti molto pericolosi per la salute sia umana sia ambientale, tra i quali il PM<sub>10</sub>, la cui concentrazione massima in atmosfera è stabilita ora per legge e può essere superata solo per brevi periodi all'anno. Il grafico in *figura 1.1.6* è tratto dalla relazione dell'Arpa Piemonte e mostra quali settori contribuiscono all'emissione nella regione (Arpa Piemonte, 2015).

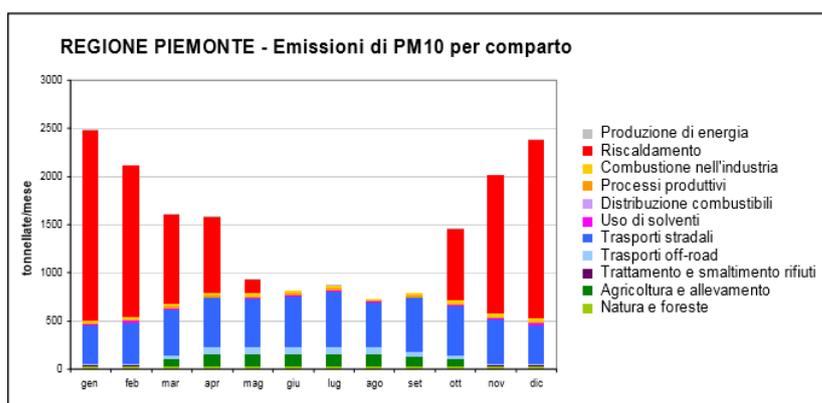


Figura 1.1.6 - Fonte: Arpa Piemonte, 2015:8

Gli inquinanti inoltre sono all'origine dell'assottigliamento dello strato di ozono, comunemente noto come "buco nell'ozono", un problema che da anni preoccupa l'ambiente scientifico. Questo strato è indispensabile perché filtra le dannose radiazioni UV, facendo in modo che non giungano sulla Terra. Pertanto, la riduzione dell'ozono implica un aumento delle radiazioni incidenti che si traduce in pericolo per la salute umana e dell'ambiente (IPCC, 2015).

Questi impatti e azioni antropiche contribuiscono al fenomeno del cambiamento climatico i cui effetti incidono sulla riduzione della biodiversità e, quindi, dei servizi ecosistemici. Esso è diventato un problema globale, per il quale sono state avanzate azioni e politiche di intervento internazionali. Nonostante anche in passato si siano verificati cambiamenti climatici, quelli attuali stanno avvenendo molto più velocemente e per cause soprattutto legate all'uomo (IPCC, 2015). Quella principale è l'alta concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera, che non è mai stata così elevata negli ultimi 300 mila anni, emissione che è incrementata dalle azioni antropiche, prima di tutte l'uso di combustibili fossili nell'industria, nei trasporti e nelle abitazioni (Mossello, 2008). Le conseguenze di questo cambiamento, come l'espansione delle aree desertiche, l'aumento dell'intensità di eventi

estremi, innalzamento del livello del mare, appaiono devastanti per molti ecosistemi, di cui provocano degrado degli habitat, estinzione di specie viventi e, appunto, perdita di biodiversità (IPCC, 2015).

## **1.2. L'ecosistema forestale**

Successivamente si esamineranno le caratteristiche dell'ecosistema forestale, alcune delle cui funzioni possono regolare e contenere molti impatti negativi prima descritti. La foresta rappresenta l'ecosistema esteso per circa il 31% del globo (3.9 miliardi di ettari), figurandosi come il bioma più diffuso ed essenziale. Ha la più alta quantità di diversità biologica, sebbene oggi molte delle sue specie viventi siano a rischio e costantemente minacciate. Secondo la FAO, ogni anno vengono persi circa 13 milioni di ettari di foresta a causa dell'errata gestione del patrimonio, della conversione in terreni agricoli, del taglio e commercio illegale, dell'avanzamento dell'urbanizzazione, degli incendi, del disboscamento e del cambiamento climatico. Tuttavia, questo ecosistema svolge funzioni che forniscono servizi indispensabili per la sopravvivenza degli esseri viventi e per la stabilità dell'ambiente, il cui valore biofisico è ignorato (The World Bank, 2004).

Il ruolo delle foreste può essere considerato da un punto di vista biologico e uno economico. Quest'ultimo riguarda la fornitura di prodotti materiali, come legname, cibo ed erbe medicinali e le attività collegate, come la caccia, la raccolta di prodotti non legnosi (funghi erbe, frutti, resine), turismo ed educazione ambientale. Inoltre, soprattutto nelle aree in via di sviluppo, l'ecosistema forestale ha un ruolo chiave nel soddisfare le esigenze primarie di circa 1,2 miliardi di persone. Considerando invece l'aspetto biologico, le funzioni forniscono beni il cui valore da un punto di vista economico può diventare difficile da definire, come appunto la biodiversità (Pettenella, 2009; Gaglioppa, et al, 2017).

Di seguito verranno analizzate le funzioni ecosistemiche delle foreste e i relativi servizi, basandosi sulle tre macro-categorie del CICES (cfr.1.1.1), riassunte dallo schema in *figura 1.2.1*.

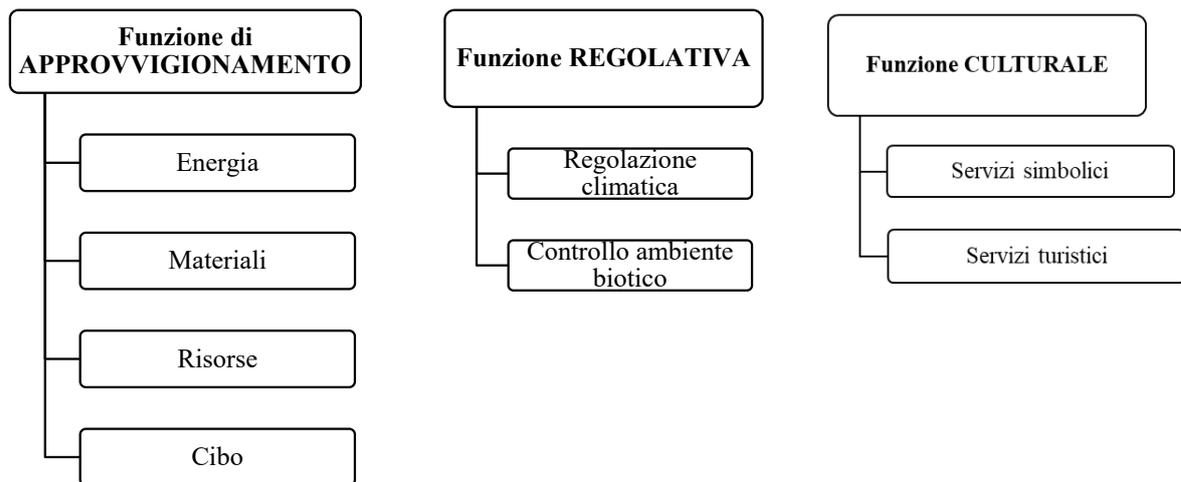


Figura 1.2.1 - Schema sulle categorie del CICES.

Fonte: elaborazione propria in base ai dati di <https://cices.eu/cices-structure/>.

### 1.2.1 La funzione regolativa: protettiva e climatica

La macro-categoria della funzione regolativa comprende quanto l'ecosistema forestale svolge per mantenere in equilibrio l'ambiente, offrendo servizi ecosistemici ecologici-protettivi. Tali "output" non sono materiali e consumabili, essendo modifiche delle condizioni dell'ambiente, incluse attività di difesa e protezione dell'ambiente dall'erosione, il controllo sul regime delle acque, quelle di regolazione del clima, dell'ambiente biofisico e la purificazione dell'aria. Agisce anche sul bilanciamento degli habitat attraverso il mantenimento dell'attività di impollinazione e il controllo delle specie (Gaglioppa, et al, 2017). Questa funzione ha una componente protettiva e una climatica.

#### La funzione protettiva

La funzione protettiva delle foreste si distingue in un'azione esercitata sui suoli, antierosiva e stabilizzante, e in una idrologica, che interviene sulla regimazione e depurazione delle acque. Si individuano due tipi di funzione protettiva delle foreste, quella generica o indiretta e quella diretta.

La modalità indiretta- generica riguarda la conservazione del suolo e all'erosione ed è propria di tutte le specie forestali, dal momento che dipende dalla sola loro presenza. La seconda tipologia è quella di protezione diretta, propria solo di alcuni tipi di boschi in quanto dipende da caratteristiche intrinseche. Questi sono quindi in grado di proteggere

dai pericoli naturali<sup>4</sup>, quindi valanghe, caduta massi, scivolamenti superficiali e lave torrentizie, di cui le foreste ne impediscono il verificarsi o ne limitano l'effetto. In questo secondo caso, incide in modo rilevante la presenza dell'uomo in quanto, se non ci fosse, il pericolo naturale di per sé sarebbe un disturbo agente nell'ecosistema. Essendoci l'uomo, le conseguenze dell'evento sono più disastrose (Regione Autonoma Valle d'Aosta - Regione Piemonte, 2006).

Al fine di inquadrare al meglio il ruolo difensivo, è bene definire cosa s'intende per dissesto idrogeologico:

“quei processi che vanno dalle erosioni contenute e lente alle forme più consistenti della degradazione superficiale e sotto-superficiale dei versanti, fino alle forme imponenti e gravi delle frane” (Benedini & Gisotti, 1985: 19).

L'erosione è quel fenomeno di demolizione della superficie terrestre ad opera di vari agenti chimici, fisici, antropici, che danneggia insediamenti umani e l'agricoltura<sup>5</sup>. Il dissesto idrogeologico comprende anche le frane, ossia distacco di parti del terreno e di rocce che discendono a varia velocità, o squarcio del pendio. A seconda dei caratteri geologici del terreno, il fenomeno franoso si manifesta in modo diverso (di crollo, di scivolamento, colamento...). In modo simile avviene il dissesto valanghivo, che consiste in una caduta e spostamento di masse nevose in seguito al loro distacco (Benedini & Gisotti, 1985).

Gli eventi finora descritti dipendono da cause sia naturali, come le condizioni climatiche, le caratteristiche del suolo, le tipologie di rocce, la copertura vegetale, gli aspetti morfologici, sia antropiche. In quest'ultimo caso gli interventi più dannosi, che intensificano il fenomeno del dissesto idrogeologico, sono:

- l'espansione disorganizzata degli insediamenti (*sprawl urbano*) che contribuisce a rompere l'equilibrio del territorio;
- l'abbandono di terreni collinari e montani;
- il ricorso alla meccanizzazione agricola;

---

<sup>4</sup> Per pericolo naturale si intende un processo naturale potenziale o in evoluzione che può produrre effetti negativi per l'uomo o per l'ambiente.

<sup>5</sup> Nel valutare l'avvenimento erosivo bisogna considerare la velocità con cui avviene, se accelerata, cioè quando l'asporto dei detriti è maggiore della formazione del suolo, o normale, quando la perdita del terreno è lenta e quindi c'è equilibrio tra la sua riduzione e formazione. L'erosione accelerata è soprattutto causata dalle azioni umane che alterano le condizioni del territorio, ma può anche dipendere da circostanze naturali. Analizzando i tipi di erosione, quella idrometeorica è causata dalla pioggia che si infiltra nel suolo provocandone il distacco e il trasporto di particelle (Benedini & Gisotti, 1985).

- la costruzione di strade, manufatti e opere, senza tenere conto delle reali condizioni del territorio;
- il disboscamento, che più di tutto facilita il dissesto.

Analizzando il rapporto foresta - erosione del suolo, la copertura boschiva è ciò che può salvaguardare il territorio in modo regimante ed antierosivo. Il primo corrisponde alla capacità di smorzare le portate massime di piena nei corsi d'acqua: gli strati del bosco, nello specifico gli apparati fogliari, intercettano le piogge e ne riducono la velocità, trattenendo l'acqua che scorre lungo i rami e il fusto. Quest'azione è influenzata dalla densità della copertura, la specie, l'età e la statura delle piante. Grazie all'azione frenante della vegetazione, la pioggia arriva innanzitutto in minore quantità al terreno e meno violentemente, lo scorrimento superficiale è rallentato, e quindi l'erosione del suolo contenuta. Inoltre, in presenza di un bosco in equilibrio con il suolo, quest'ultimo sarà altamente permeabile, tale per cui avrà una buona capacità di ritenuta idrica e quindi minore sarà il deflusso superficiale. La seconda azione protettiva è quella antierosiva, per la quale valgono le stesse caratteristiche della regimante a cui si aggiunge il ruolo delle radici degli alberi. In questo caso le componenti sono in grado di rinserrare diversi volumi di terra, che intrecciandosi con quelli trattenuti dagli individui vicini, formano un reticolo stabile, che aiuta ad evitare l'erosione del suolo. La copertura vegetale incide molto anche per il fenomeno franoso, che può essere innescato dal disboscamento, infatti la definizione del grado di stabilità delle frane tiene conto della presenza più o meno rada delle piante<sup>6</sup>(Benedini & Gisotti, 1985).

Esistono numerosi interventi per affrontare i processi di dissesto, si tratta di opere di ingegneria idraulica orientate al consolidamento, alla riparazione di contenimento e stabilizzazione o alla prevenzione. Sono soprattutto realizzate per difendere il suolo dall'erosione, conservare la quantità e qualità dell'acqua e salvaguardare gli insediamenti e la pianura. Nel primo caso gli interventi riguardano la stabilizzazione dei versanti e la correzione degli alvei torrentizi; nel secondo invece la regimazione della circolazione idrica e l'attenuazione del trasporto solido. L'attenzione in questa sede è posta sugli interventi che possono essere fatti in merito alla copertura vegetale. In generale, le opere

---

<sup>6</sup> Le frane attive mostrano movimenti attuali e presentano una vegetazione sporadica; quelle parzialmente stabilizzate hanno piante abbastanza continue, ma l'evento franoso può essere riattivato; quelle stabilizzate, infine, sono caratterizzate da una vegetazione continua e non ci sono problemi di stabilità (Benedini & Gisotti, 1985).

si classificano tra estensive o intensive e quelle che riguardano il bosco sono del primo tipo. Il rimboschimento è l'intervento principale che permette di contenere l'erosione lungo i pendii, ed è tanto più efficace quanto più riesce a trattenere la pioggia evitando che arrivi al suolo. Inoltre, questo intervento è utile anche a prevenire i dissesti franosi (Benedini & Gisotti, 1985).

### **La funzione climatica**

L'ecosistema forestale è in grado di intervenire sulla regolazione del clima, come sequestratore di anidride carbonica, primo gas responsabile dell'effetto serra.

Di per sé l'effetto serra è un fenomeno naturale senza cui non potrebbe esserci vita sulla terra, in cui i gas serra garantiscono il riscaldamento del pianeta. Questi, principalmente anidride carbonica, vapore acqueo, metano, sono composti dell'aria che, presenti in concentrazioni basse, mantengono stabili i valori della temperatura terrestre. Lasciano passare attraverso l'atmosfera le radiazioni solari e formano invece un filtro per l'accesso del calore dalla Terra verso lo spazio. Tale equilibrio naturale è compromesso dall'aumento della concentrazione dei suddetti gas, specie della CO<sub>2</sub>, a causa delle azioni umane. L'anidride carbonica non è direttamente nociva per la salute, ma lo diviene indirettamente nel momento in cui accresce l'effetto serra che ha conseguenze sul clima. Ridurre quindi la concentrazione dei gas serra è urgente e in ciò la vegetazione è un alleato, poiché può immagazzinare CO<sub>2</sub> e contribuire positivamente al controllo del fenomeno (Santoprete & Tarabella, 1996; Santolini, 2010; Barbati et al, 2014).

Il ruolo dei boschi nella mitigazione del fenomeno è riconosciuto anche dal Protocollo di Kyoto che introduce la gestione forestale per raggiungere gli obiettivi della riduzione dell'effetto serra (cfr. capitolo 2). Gli ecosistemi forestali, per l'alta quantità di biomassa presente, immagazzinano carbonio negli apparati di sostegno, nelle radici e nel suolo, infatti si quantifica la quota di carbonio fissato misurando la biomassa, di cui il 50% corrisponde al carbonio stoccato<sup>7</sup> ([http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/pools\\_carbonio.jsp?menu=3](http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/pools_carbonio.jsp?menu=3)).

---

<sup>7</sup> La foresta agisce attraverso il processo della fotosintesi clorofilliana con cui le piante traggono le sostanze utili alla sopravvivenza. Alla base di questo procedimento biochimico c'è la clorofilla, ossia il pigmento verde delle foglie. Grazie a questa, l'energia solare viene catturata e trasformata in energia chimica, la quale serve per convertire l'anidride carbonica assorbita dall'atmosfera in nutrimento, rilasciando come scarto l'ossigeno (Fabbri, 2007).

L'INFC, ossia l'inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio, analizza periodicamente quanto carbonio è fissato dai boschi considerando i cinque serbatoi individuati dall'IPCC: biomassa ipogea, biomassa epigea, il suolo, la lettiera e il legno morto<sup>8</sup>. Le foreste hanno un ruolo importante nell'assorbire anche altri inquinanti, come il particolato PM<sub>10</sub>, la cui alta concentrazione preoccupa le città. Negli ultimi 25 anni si è registrata una diminuzione nella quantità di carbonio fissata dai boschi a causa dei processi di disboscamento e deforestazione. Lo schema in *figura 1.2.2* mostra il cambiamento nel periodo compreso tra il 1990 e il 2015 (FAO, 2016). Le maggiori perdite riguardano l'Africa, il Sud America e il sud-est asiatico, mentre l'Europa ha visto aumentare positivamente la quota di carbonio sottratto all'atmosfera nell'ultimo periodo (2010-2015).

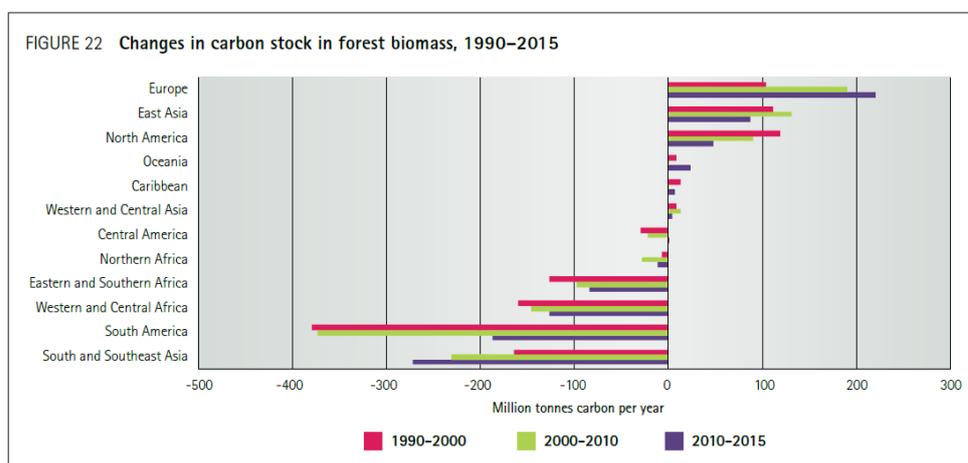


Figura 1.2.2 - Periodo 1990-2015.  
Fonte: FAO, 2016: 31.

### ***Approfondimento 1 – La Carbon Footprint, indicatore di sostenibilità***

L'impronta di carbonio (carbon footprint) è un indicatore di sostenibilità che misura quanti gas serra vengono emessi. È riferibile ad un singolo prodotto, per il quale si considerano tutte le emissioni, ad esempio energetiche e termiche, dell'intero ciclo di vita, o ad un'organizzazione/individuo. Si misura in kg di CO<sub>2</sub> equivalente e gli inquinanti inclusi sono quelli del protocollo di Kyoto, ossia l'anidride carbonica, il metano, il protossido d'azoto, idrofluorocarburi esafluoruro di zolfo e perfluorocarburi (PFCs), che contribuiscono ad

<sup>8</sup> Per biomassa epigea s'intende l'insieme delle parti viventi delle specie vegetali (fusti, rami, foglie e semi); quella ipogea comprende le radici, mentre il legno morto i tessuti legnosi di organismi non più viventi, o di loro parti come tronchi e rami caduti al suolo, o ceppaie. La lettiera è formata da residui vegetali che ricoprono gli strati organici e minerali del suolo. Infine, la componente organica del suolo include il carbonio degli orizzonti organici e minerali di una certa profondità (Gasparini, et al, 2013).

aumentare l'effetto serra. Oggi questo indicatore è percepito come sinonimo di qualità e sostenibilità di un prodotto, infatti le imprese si mostrano attente a questi aspetti, impegnandosi ad esempio a definire un sistema di *carbon management* per ridurre le emissioni (<http://www.minambiente.it/pagina/cose-la-carbon-footprint>).

### **1.2.2 La funzione di approvvigionamento**

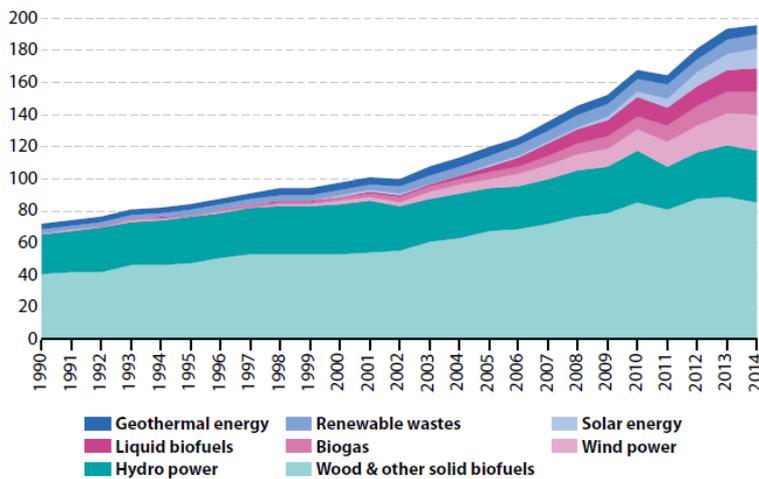
La funzione di approvvigionamento, che fornisce beni materiali, è quella i cui servizi forniti sono più facilmente riconoscibili poiché sono visibili e utilizzabili. Quella produttiva è l'attività boschiva che per secoli ha avuto un'importanza centrale per le economie di molti paesi, fornendo beni di prima necessità (Gaglioppa, et al, 2017; Notaro & Paletto, 2005).

A partire dalla suddivisione CICES, si individuano quattro principali servizi prodotti dagli ecosistemi: il cibo; l'acqua; l'energia rinnovabile e la materia prima da lavorare. Per l'ecosistema forestale si distinguono due gruppi: prodotti legnosi e non legnosi, a loro volta suddivisi in sottocategorie. Rispetto ai primi, si individua quella del legname da opera e quella per uso energetico - combustibile (legna da ardere in pezzi, cippato e pallets). Il legname da opera comprende tipi distinti per l'uso che ne viene fatto, ed è impiegato in molti settori industriali e artigianali. Di questi, quello edilizio è il principale, che lo sfrutta per la costruzione strutturale, per l'arredamento, per i serramenti, ma anche come materiale isolante. Nell'Unione Europea, le industrie basate sul legno rappresentano il 21% delle imprese manifatturiere, e per molti paesi le foreste sono un importante settore di investimento (EU, 2016a).

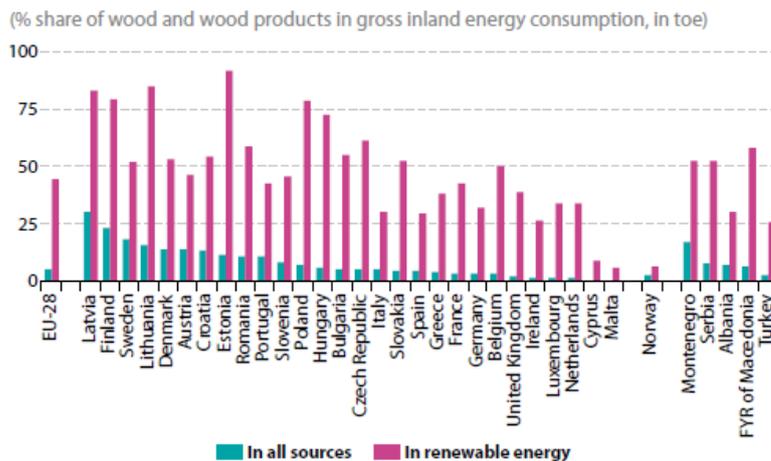
La legna prelevata a fini energetici è legata al mercato della biomassa. La fornitura energetica è stata uno dei principali scopi dell'uso del legno e sembra che negli ultimi tempi si sia "riscoperta" questa risorsa rinnovabile. Specie in Europa, in concomitanza della strategia Europa 2020 che include tra gli obiettivi quello di produrre energia per il 20% da fonte rinnovabile.

Tra il 2005 e il 2014 il consumo di energia rinnovabile, in particolare quello legato alla biomassa, è cresciuto. Il grafico in *figura 1.2.3* sintetizza il cambiamento avvenuto in Europa negli anni compresi tra il 1990 e il 2014 sull'uso di fonti energetiche rinnovabili, in cui quella del legno prevale. Si tratta di un ottimo combustibile ecologico, il cui utilizzo non incrementa le emissioni di anidride carbonica. Infatti, durante la vita

l'albero assorbe una quantità di CO<sub>2</sub> che viene rimessa in atmosfera dopo il processo di combustione e quindi riutilizzata durante la fotosintesi. Tra tutte le risorse rinnovabili, la biomassa ha un ruolo centrale e le statistiche dell'Unione Europea rivelano che nel 2014 il 64% del prodotto interno di energia rinnovabile proveniva da biomassa, nello specifico quella da legno e derivati è stata pari al 45% (EU, 2016b). Il grafico in *figura 1.2.4* è tratto dalle statistiche dell'Eurostat e mostra i paesi dell'Unione Europea e le relative quote di uso del legno come risorsa energetica, distinguendo tra la forma rinnovabile e tutte le altre (EU, 2016a).



<sup>501</sup> *Figura 1.2.3 - La produzione energetica proveniente da fonti rinnovabili.*  
Fonte: EU, 2016b: 51.



*Figura 1.2.4 - Quota del legno usato nel consumo di energia nell'UE.*  
Fonte: EU, 2016b: 179

Il secondo gruppo di prodotti forestali è quello dei non legnosi, che comprende resine, funghi e tartufi, castagne, pinoli, nocciole, frutti del sottobosco, ghiande, nettare e la caccia. Gran parte di questi possono essere liberamente raccolti, mentre per funghi e per la caccia esistono limiti imposti dalle leggi regionali o provinciali (Riccioli & Sacchelli, 2013; Gottero, et al, 2007).

### **1.2.3 La funzione culturale**

Infine, esiste un'ultima funzione, quella culturale, che include benefici non materiali e non consumabili che favoriscono lo stato fisico, mentale e percettivo delle persone. Infatti, il contatto con la natura migliora la qualità di vita e la salute come rivela uno studio dell'Unione Europea, che ha evidenziato l'effetto rigenerante dell'ambiente a livello fisico e mentale, in grado di ridurre lo stress, migliorare l'umore e la capacità di concentrazione (Commissione Europea DG Ambiente, 2016). Il servizio culturale del paesaggio è stato in passato riconosciuto sotto diversi punti di vista, il cui valore solo recentemente è stato collocato alla pari degli altri. Nella gerarchia CICES la funzione culturale è definita come quella che permette lo svolgersi di attività intellettuali e ricreative, e vi si riconoscono due principali servizi, quelli simbolici e quelli intellettuali. Proprio per la natura di questi servizi, si sono riscontrate delle difficoltà a tradurre il valore in moneta.

I servizi simbolici sono legati al fatto che molti popoli attribuiscono alla natura valori storici, etici, religiosi e spirituali. Ad esempio, la foresta può essere un elemento di forte caratterizzazione per un territorio, e sede dell'identità culturale di una popolazione. Spesso la tradizione gli attribuisce importanza perché in passato vi si è svolto un evento significativo, divenuto poi un simbolo. Nell'immaginario collettivo la foresta è spesso associata ad un ambiente misterioso e magico, sede di miti, leggende e favole tramandate dal passato. In alcuni casi è possibile trovare riferimenti a foreste reali, ancora oggi esistenti, il che aumenta l'importanza di conservare il luogo perché sede di tali valori culturali. La funzione culturale fornisce anche servizi ricreativi, naturalistici che nel caso dei boschi riguardano la raccolta di prodotti non legnosi, la pratica venatoria, il turismo naturalistico e varie attività ad esso associate.

A livello internazionale i servizi culturali simbolici del paesaggio sono tutelati e salvaguardati in parte dall'UNESCO, che oltre al patrimonio culturale si occupa di quello naturale, che include:

“i monumenti naturali costituiti da formazioni fisiche e biologiche o da gruppi di tali formazioni di *valore universale eccezionale dall'aspetto estetico* o scientifico, i siti naturali o le zone naturali strettamente delimitate di *valore universale eccezionale* dall'aspetto scientifico, conservativo o *estetico naturale*” (<http://www.unesco.it/it/ItaliaNellUnesco/Detail/188>, consultato il 15/3/2018).

Dalla definizione emerge sia un valore estetico legato ad aspetti percettivi, sia uno scientifico per cui un paesaggio viene inserito nella lista dei siti UNESCO. In merito al valore culturale del paesaggio, l'UE nel 2000 ha adottato la Convenzione Europea del Paesaggio:

“Paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni” (Convenzione Europea del Paesaggio, Capitolo 1, art. 1 lettera a, 2000).

Questa dichiarazione sottolinea quanto sia rilevante la percezione della popolazione, quindi l'aspetto soggettivo. Inoltre, il valore culturale della natura è diventato più esplicito da quando si è estesa la concezione di “*bene culturale*”, che individua come tali non solo i semplici manufatti artistici, storici e architettonici<sup>9</sup>, ma anche quelli naturali (T.U. sui beni culturali, 1999). Guardando all'Italia, il riconoscimento del valore culturale del paesaggio è avvenuto, da un punto di vista giuridico, prima degli anni 2000, sebbene non in modo semplice e immediato. La costituzione italiana con l'articolo 9 è stata la prima a sottoporre il paesaggio a tutela, azione che è di competenza statale<sup>10</sup>. Tuttavia, tale traguardo venne raggiunto gradualmente, a seguito di un processo iniziato nei primi anni del '900, in corrispondenza della discussione di una legge di tutela dei manufatti storici e artistici<sup>11</sup> e nel contempo del paesaggio. Questa concomitanza si deve all'esistenza di un particolare legame tra la cultura, l'arte e l'architettura del paese e la natura, e le maggiori difficoltà emersero nel capire come era possibile sottoporre a protezione qualcosa di così esteso come il paesaggio. Inizialmente venivano protette parti naturali attorno a manufatti architettonici sottoposti a tutela, poi si cominciò ad estendere il vincolo anche a paesaggi indipendenti, ma comunque aventi caratteri in qualche modo legati all'arte. Infatti, in Italia la tutela del paesaggio è stata intrapresa inizialmente per motivi esclusivamente estetici, culturali e per i legami con la storia e l'arte. Questo si deve alla matrice idealista

---

<sup>9</sup> Bene culturale è “Tutto ciò che costituisce una testimonianza, storicamente significativa, della civiltà umana”. (T.U. sui beni culturali, 1999).

<sup>10</sup> “La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione” (Cost. art 9).

<sup>11</sup> L411/1905 sulla tutela della Pineta di Ravenna, è stata la prima legge sulla tutela del paesaggio. Si basava sul legame storico-artistico della Pineta, a cui aveva fatto riferimento Dante e molti altri autori.

che dava primaria rilevanza appunto all' estetica<sup>12</sup>, su cui furono improntate le prime leggi in materia. L' articolo 9, infatti, trae le basi da una legge ancora precedente, la 1497 del 1939, la Legge Bottai, relativa alla “*Protezione delle bellezze naturali*”. Solo in seguito si è intrapresa la tutela del paesaggio per motivi ecologici e naturalistici, trovando nella legge Galasso (431/1985) un' importante manifestazione. Inoltre, quest'ultima legge ha il merito di aver reso obbligatori i piani paesaggistici, introdotti già nel 1939, i quali sono strumenti pianificatori con cui tutelare il paesaggio e i relativi aspetti culturali (Settis, 2010; Salvia, 2012).

Un progetto europeo riferito anche alla protezione dell'ambiente è la rete Natura 2000, di cui fanno parte i SIC, *Siti di Importanza Comunitaria* e gli ZPS, *Zone di Protezione Speciale* (MATTM-WWF Italia Onlus, 2009; Santolini, 2010). Si tratta di una rete ecologica istituita dall'Unione Europea con la “direttiva Habitat” per i SIC, e quella “Uccelli” per gli ZPS. A queste zone protette viene riconosciuto un grande valore, inteso come importanza, in quanto si tratta di habitat naturali da proteggere perché sedi di eccezionali esemplari di fauna e flora. In Italia esistono 2.609 siti della rete, per 5.824.436 ha di superficie a terra, e 587.799 ha di superficie marina. Nella penisola è presente una diversità biologica cinque volte superiore a quella delle altre nazioni dell'Europa centro-settentrionale, dove l'ecosistema forestale incide notevolmente (Commissione Europea DG Ambiente, 2016).

---

<sup>12</sup> I maggiori esponenti furono Benedetto Croce e Giovanni Gentile. Benedetto Croce fu autore della legge 778/1922 “Per la tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico”.

## **Le foreste nelle politiche internazionali, comunitarie e nazionali: influenze per la pianificazione**

Come è emerso dal primo capitolo, molti dei fattori che impattano negativamente sull'ambiente hanno un carattere globale. A seguito della cresciuta consapevolezza in merito, politiche internazionali e nazionali hanno affrontato la questione ambientale, orientandosi a uno sviluppo sostenibile. Di seguito saranno approfondite quelle che riguardano il settore forestale, la salvaguardia della biodiversità e dei servizi ecosistemici. I contenuti delle politiche internazionali e comunitarie sul tema influenzano le singole nazioni rispetto agli obiettivi da raggiungere, ad esempio sulle emissioni di CO<sub>2</sub> e sulla conservazione della biodiversità, che di conseguenza orientano il settore della pianificazione.

### **2.1 Il quadro internazionale ed europeo**

#### **2.1.1 Le foreste negli accordi internazionali**

A livello internazionale, la Conferenza di Rio (1992) fu un evento decisivo per la politica ambientale, in cui le Nazioni Unite affrontano il problema del cambiamento climatico. I più importanti esiti del Rio Earth Summit sono state tre convenzioni: la *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), la Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico, quello sulla biodiversità (*Convention on Biological Diversity*) e sulla desertificazione (*UNCCD - United Nations Convention to Combat Desertification*). Con l'UNFCCC s'intendeva ridurre la quantità di emissioni inquinanti in modo da non causare danni ulteriori né all'ambiente né alla popolazione. Venne integrata da successivi accordi, tra cui il più importante è il Protocollo di Kyoto del 1997, rinnovato ultimamente dal Paris Agreement del 2015 e dalla conferenza di Bonn del 2017 (UNFCCC, Art. 2, 1992; Lanza, 2000).

La convenzione che più esplicitamente tratta la conservazione dei servizi ecosistemici è la CBD. Questa, riconoscendo l'importanza della biodiversità per gli

ecosistemi e il benessere del genere umano, prevede di conservarla, utilizzare in modo sostenibile le sue componenti e condividere in modo equo i benefici derivanti dall'uso commerciale delle risorse. Il documento rivolge particolare attenzione al settore forestale e offre indicazioni su come includere la biodiversità nella pianificazione, come coinvolgere la popolazione nella gestione degli ecosistemi e ottenere sostegni economici (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2000). Al termine dell'Earth Summit di Rio, vennero approvati anche documenti sulle foreste: i principi forestali e le Agende 21, orientati alla lotta al disboscamento e allo sviluppo sostenibile delle montagne (Pettenella, 2009). Di seguito si tratteranno alcuni atti più rilevanti, che tuttavia non esauriscono totalmente il quadro delle iniziative internazionali.

L'importante ruolo delle foreste è riconosciuto anche da documenti internazionali non obbligatori dei quali l'atto più rilevante è lo *United Nations Forest Instrument* (noto anche come Non-legally binding instrument on all types of forests). Questo fornisce un quadro di politiche e misure adottabili per raggiungere una gestione delle foreste sostenibile ed efficace. Un ulteriore atto è la *New York Declaration on Forests* anch'essa non legalmente vincolante, definita tra governanti, compagnie e società civile con l'intento di ridurre la perdita delle foreste entro il 2020, e frenare la deforestazione entro il 2030. Associata alla dichiarazione è l'*Action Agenda*, che raccoglie misure che chi aderisce può attuare per raggiungere i risultati stabiliti, in parte connessi a quelli degli accordi sul clima. Tra gli aderenti vi è l'Unione Europea e l'azienda della Ferrero (Pettenella, 2009; UN, 2014, CE, 2015). Un recente documento che riguarda anche le foreste è la nuova Agenda per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite per il periodo 2015-2030, che comprende 17 obiettivi. Si tratta dei *Sustainable Development Goals* (SDGs) che riguardano tutte e tre le dimensioni della sostenibilità, ambientale, sociale ed economica. L'intento è di ridurre povertà e disuguaglianze, proteggere l'ambiente, sostenere le iniziative internazionali per combattere il cambiamento climatico, e

|  |  |
|--|--|
| 15.9 By 2020, integrate ecosystem and biodiversity values into national and local planning, development processes, poverty reduction strategies and accounts | 15.9.1 Progress towards national targets established in accordance with Aichi Biodiversity Target 2 of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 |
| 15.a Mobilize and significantly increase financial resources from all sources to conserve and sustainably use biodiversity and ecosystems                    | 15.a.1 Official development assistance and public expenditure on conservation and sustainable use of biodiversity and ecosystems                     |

Figura 2.1.1 - Alcuni indicatori dell'obiettivo 15.  
Fonte: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg15>

incentivare il passaggio all'economia "verde". Tra i 17 obiettivi il quindicesimo riguarda le foreste:

"Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss" (Osborn et al, 2015: 19).

Alcuni obiettivi relativi al goal suddetto sono mostrati in *figura 2.1.1* e si riferiscono alla conservazione, all'uso sostenibile dell'ecosistema e alla promozione di forme di gestione sostenibile (richiamando gli intenti degli accordi sul clima), da raggiungere entro il 2020. Per il 2030 si parla di ridurre il degrado dell'habitat naturale, combattere la desertificazione, assicurare la conservazione della biodiversità. Una misura significativa per l'argomento di questa tesi è la 15.9, che riguarda l'importanza di includere il valore della biodiversità e degli ecosistemi nei processi di pianificazione locale e nazionale.

La *tabella 2.1.2* sintetizza le politiche forestali internazionali.

**Tabella 2.1.2 - Riassunto del quadro internazionale**

| <b>QUADRO INTERNAZIONALE</b>                 |   |   |
|--|---|---|
| <b>Politica ambientale</b>                   |   |   |
| <b>Accordo</b>                               | <b>Obiettivo - azioni forestali</b>   |   |
| <b>UNFCCC - 1992</b>                         | Contrastare il cambiamento climatico.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• art.4 riconosce l'importanza delle foreste nel bilancio dei gas serra a livello mondiale.</li> </ul>                       |
| <b>CBD - 1992</b>                            | Proteggere la biodiversità.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• considerare il settore forestale per la protezione della diversità biologica.</li> </ul>                                   |
| <b>UNCDD - 1992</b>                          | Arrestare la desertificazione.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• frenare la deforestazione</li> <li>• riconoscimento del contributo delle foreste per raggiungere gli obiettivi.</li> </ul> |
| <b>Principi forestali e Agende 21 - 1992</b> | Riconoscimento del settore forestale a livello mondiale                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sviluppo forestale sostenibile;</li> <li>• riconoscimento della multifunzionalità delle risorse forestali.</li> </ul>      |
| <b>Protocollo di Kyoto - COP-3- 1997</b>     | Ridurre le emissioni inquinanti.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• azioni LULUCF - assorbimento delle foreste di CO<sub>2</sub></li> <li>• Emission Trading.</li> </ul>                       |
| <b>Emendamento Doha - COP-18-</b>            | Diminuire le emissioni entro il 2020 del 18%  |   |
| <b>Accordo di Parigi - COP-21 - 2015</b>     | Contrastare il cambiamento climatico.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ruolo delle foreste per l'assorbimento di anidride carbonica.</li> </ul>   |
| <b>Documenti non vincolanti</b>              |   |   |
| <b>United Nations Forest Instrument</b>      | Documento non obbligatorio che fornisce un quadro di politiche e misure adottabili. |   |
| <b>New York Declaration on Forests</b>       | Ridurre la perdita delle foreste entro il 2020.                                     |   |
| <b>Agenda 2030 dell'ONU</b>                  | SDGs da raggiungere entro il 2030.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obiettivo 15: life on land</li> </ul>  |

Fonte: elaborazione propria

### 2.1.2 Le foreste nelle politiche dell'UE

Nel quadro europeo manca una politica comune per le foreste, ogni stato membro è responsabile della materia e l'UE svolge quindi un ruolo limitato, intervenendo nel monitorare e orientare rispetto alle sfide emergenti. In Europa, la protezione delle foreste è stata promossa inizialmente da politiche esterne, non specificatamente dedicate ad esse. Dapprima fu la PAC (Politica agricola comune) a trattare gli interventi a riguardo attraverso regolamenti, successivamente furono inclusi anche nella politica energetica, in quella dello sviluppo rurale e del contrasto ai cambiamenti climatici. Di fatto, i fondi dell'UE utilizzabili per le azioni sulle foreste provengono soprattutto dal FEASR (*Fondo Europeo agricolo per lo sviluppo rurale*). Altre misure connesse all'ecosistema forestale sono la rete Natura 2000, in cui molti dei siti protetti sono forestali, e i marchi europei di qualità ecologica concessi ad alcuni prodotti (Rete Rurale Nazionale. GdL Foreste, 2014).

L'attenzione alle foreste si è esplicitata nel 1990, quando a Strasburgo si tenne la prima *Conferenza Ministeriale sulla Protezione delle Foreste (CMPF)*, un incontro tra i ministeri dell'ambiente e delle foreste europei, con l'obiettivo di proteggere le foreste attraverso una cooperazione internazionale. Dopo Strasburgo, le conferenze si sono svolte periodicamente, ognuna terminata con una dichiarazione e relative risoluzioni riassuntive degli obiettivi. L'intento principale è quella di sviluppare strategie e politiche comuni indirizzate alla gestione sostenibile delle foreste, linee guida e indicatori utili ai paesi firmatari, i quali possono decidere come adattarli alle proprie situazioni nazionali. Inoltre, è attiva nel monitoraggio delle operazioni, nella valutazione dei servizi ecosistemici e nella lotta al cambiamento climatico (Rete Rurale Nazionale. GdL Foreste, 2014).

Sino ad oggi, la CMPF ha raggiunto importanti risultati soprattutto nell'intensificare la comunicazione tra i paesi europei sui temi forestali, in cui sono anche coinvolte associazioni e organizzazioni non governative. È con la Dichiarazione di Helsinki del 1993 che si cominciò a parlare di gestione forestale sostenibile che rispetta tutto l'ecosistema e l'ambiente. Durante la CMPF di Oslo del 2011, si è intrapresa la politica forestale intitolata *Forest Europe* diretta ad incrementare il dialogo e la cooperazione sulle politiche forestali. La recente Conferenza Ministeriale svolta a Madrid nel 2015 ha delineato gli obiettivi della Forest Europe per il prossimo periodo, tra cui quello di incorporare il valore dei servizi ecosistemici forestali nella green economy,

attraverso le metodologie proposte da organizzazioni come l'UNEP, la FAO e la TEEB (European Forest Institute/ EFICEEC-EFISEE 2015).

Oltre alle Conferenze Ministeriali, l'Unione Europea espresse la considerazione per le foreste dotandosi di una Strategia Forestale nel 1998 per armonizzare le politiche forestali nazionali con quelle comunitarie. Nonostante sia un atto giuridicamente non vincolante ha segnato un passo importante. Nel 2013 è stata elaborata una nuova Strategia, che in linea con quanto emerge dalle Conferenze Ministeriali, ribadisce l'importanza di intraprendere una gestione sostenibile (CE, 2010; CE, 2013). Una considerazione sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici emerge dalla *Strategia Europea per la Biodiversità verso il 2020*, che intende attribuire un valore economico al patrimonio naturale per porre fine alla perdita della biodiversità per il 2050, e proteggere i servizi ecosistemici. La gestione forestale è trattata nell'obiettivo 3 della strategia<sup>13</sup>, mentre l'obiettivo 2 è incentrato sulla protezione degli ecosistemi e dei suoi servizi (CE, 2010; CE, 2011).

La gestione forestale risulta fondamentale considerando che gli studi indicano la conversione delle foreste in terreni agricoli, per le coltivazioni intensive di olio di palma, soia, zucchero, come prima causa della deforestazione. Secondo le ricerche dell'UE, tra il 1990 e il 2008 il 53% della deforestazione globale è stata causata dall'espansione agricola e il mercato europeo ne è responsabile per il 36%. Infatti, l'Europa è tra le prime destinazioni delle esportazioni dei suddetti prodotti alimentari e del legname, che la maggior parte delle volte provengono da terreni il cui disboscamento è avvenuto illegalmente. L'Europa, avendo un peso notevole nel mercato delle importazioni ha preso provvedimenti per frenare le importazioni illegali di legname tropicale nel 2003 con il *Forest Law Enforcement, Governance and Trade Action Plan (FLEGT)*. Questo intende contrastare la produzione illegale del legname attraverso sette azioni tra cui il supporto ai paesi produttori, ai quali vengono indicate soluzioni trasparenti, e la promozione del commercio legale. Nell'incoraggiare quest'ultimo obiettivo sono nati i *Voluntary*

---

<sup>13</sup> B) Foreste: entro il 2020 istituire piani di gestione forestale o strumenti equivalenti, in linea con la gestione sostenibile delle foreste, per tutte le foreste di proprietà pubblica e per le aziende forestali di dimensioni superiori a una determinata superficie (che deve essere definita dagli Stati membri o dalle regioni e indicata nei programmi di sviluppo rurale) sovvenzionate a titolo della politica dell'UE di sviluppo rurale, in modo da apportare un miglioramento misurabile, da un lato, allo stato di conservazione delle specie e degli habitat che dipendono dalla silvicoltura o ne subiscono gli effetti e, dall'altro, all'erogazione dei relativi servizi ecosistemici rispetto allo scenario di riferimento per l'UE del 2010. (*Strategia Europea per la Biodiversità verso il 2020*).

*Partnership Agreements* (VPA), ossia accordi legalmente vincolanti tra UE e paesi esteri produttori di legname, in modo da assicurare che il legno importato provenga da sorgenti legali. Viene costruito un sistema di controllo dell'intera filiera produttiva, dal momento del taglio al trasporto, applicando le leggi che garantiscono una gestione sostenibile delle foreste. Al momento sono sei i paesi che hanno sottoscritto un VPA con l'Europa, mentre altri nove sono in fase di trattativa (CE, 2010; Pearce, 2015).

**Tabella 2.1.3 - Quadro riassuntivo sulla politica ambientale europea.**

| <b>Politica forestale</b>                     |   |
|---|---|
| <u>Azione</u>                                 | <u>Obiettivo</u>  |
| <b>PAC - Politica agricola comune</b>         | Interventi forestali.   |
| <b>FEASR</b>                                  | Fondi utilizzabili per interventi forestali, per cofinanziare attività di afforestazione e altri. |
| <b>CMPF dal 1998</b>                          | Cooperazione interministeriale per la protezione delle foreste.                                   |
| ° CMPF - Dichiarazione di Helsinki 1993       | Introduzione della gestione forestale sostenibile.  |
| ° CMPF - Dichiarazione di Oslo 2011           | Nasce Forest Europe   |
| ° CMPF - Dichiarazione di Madrid 2015         | Incorporare il valore dei servizi ecosistemici forestali nella green economy                      |
| <b>Strategia Forestale 1998</b>               | Coordinare la politica nazionale forestale con quella comunitaria.                                |
| <b>FLEGT - 2003</b>                           | Contrastare la produzione illegale di legname.  |
| <b>Strategia Forestale 2005</b>               | Strategia rivista e ristrutturata.  |
| <b>EU - Forest Action Plan 2007-2011</b>      | 4 obiettivi per aumentare la protezione ambientale.   |
| <b>Strategia Forestale 2013</b>               | Intraprendere la gestione forestale sostenibile.  |
| <b>Voluntary Partnership Agreements - VPA</b> | Garantire all'Europa che il legname importato provenga da fonti legali.                           |

Fonte: elaborazione propria

## **2.2. Il ruolo delle foreste nelle politiche internazionali**

## 2.2.1 Le foreste come strumento per arrestare il cambiamento climatico: Emission Trading

L'ecosistema forestale viene riconosciuto come un prezioso alleato per affrontare il cambiamento climatico. Inizialmente l'UNFCCC, con l'articolo 4, indicava a tutte le Parti di tenere conto delle foreste per ridurre le emissioni:

“Promote sustainable management, and promote and cooperate in the conservation and enhancement, as appropriate, of sinks and reservoirs of all 11 greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, including biomass, forests and oceans as well as other terrestrial, coastal and marine ecosystems” (UNFCCC, Art.4d, 1992).

Allo stesso modo il Protocollo di Kyoto sottolinea la funzione di *sink* delle foreste, ossia il ruolo di serbatoio di carbonio, e incentiva quelle attività sull' “uso del suolo, cambio d'uso del suolo e forestazione”, LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*)<sup>14</sup>. Pertanto, tutti i Paesi devono conteggiare gli assorbimenti provenienti dalle suddette attività e considerarli nei bilanci di emissione che, se positivi, permettono il rilascio di crediti di carbonio RMU (utilizzabili nel mercato delle quote carbonio).

Il protocollo di Kyoto propone tre mezzi, detti “meccanismi flessibili”, orientati a ridurre le emissioni e a limitare l'impatto sullo sviluppo economico: il Joint Implementation, il Clean Development e l'International Emission Trading. Quest'ultimo meccanismo riguarda il commercio delle quote carbonio, che è sottoposto a condizioni stabilite dal Protocollo e prevede meccanismi che non saranno però qui approfonditi.

Si evidenzia come viene stabilita la possibilità di acquisire crediti attraverso progetti che aumentano l'assorbimento dei gas serra (ad esempio il rimboschimento). Inoltre, per definire i bilanci emissivi è possibile considerare l'azione di assorbimento proveniente da attività, come la gestione forestale e la rivegetazione, dettagliate durante la conferenza COP-7 di Marrakech nel 2001 (Protocollo di Kyoto, 1997)<sup>15</sup>. Infine, l'accordo di Parigi del 2015 ribadisce l'importanza del ruolo delle foreste, sottolineando il loro contributo per assimilare circa un terzo dell'anidride carbonica (Paris Agreement, 2015).

---

<sup>14</sup> Definite dall'ONU come A greenhouse gas inventory sector that covers emissions and removals of greenhouse gases resulting from direct human-induced land use, land-use change and forestry activities.

<sup>15</sup> Le operazioni riguardanti le foreste, così come assunte dal Protocollo di Kyoto sono: afforestazione, quando un'area non coperta da foresta da almeno 50 anni viene trasformata in zona boscata; riforestazione, quando una zona rimasta non boscata per meno di 50 anni viene trasformata in foresta; deforestazione, la trasformazione di una terra da foresta a non; gestione forestale, l'insieme di attività che riguardano l'uso della foresta; rivegetazione, che ristabilisce la vegetazione in un sito di almeno 0,05 ettari al fine di assorbire carbonio.

A questo sistema si ispira L'Emission Trading dell'Unione Europea che lo ha introdotto nel 2005, con la direttiva 2003/87/CE. Esso crea un mercato delle quote di emissione<sup>16</sup> dei gas a effetto serra<sup>17</sup>, per ridurre le quantità secondo gli accordi internazionali. Il meccanismo funziona secondo il *cap and trade*, per cui ad ognuna delle attività citate dalla direttiva, provviste di autorizzazione ad emettere gas a effetto serra, viene assegnato a priori un limite massimo di emissioni in tonnellate di CO<sub>2</sub> che al termine dell'anno dovrà restituire. Viene data la possibilità di trasferire le quote tra persone e paesi della comunità e quei partecipanti che avranno prodotto più CO<sub>2</sub> superando la soglia consentita, dovranno pagare un'ammenda. Nel 2009 la direttiva 2009/29/CE ha modificato il sistema inserendo la messa all'asta delle quote CO<sub>2</sub> che non sono state assegnate gratuitamente. La commissione stabilisce per ogni stato il quantitativo da mettere all'asta, e quanto viene ricavato dalla vendita dovrà essere utilizzato in azioni volte a ridurre le emissioni di gas serra o incentivare le operazioni forestali. In questo modo chi produce più gas serra dovrà acquistarne le quote dall'asta (UE, 2009, Art. 10). Attraverso l'EU-ETS, le esternalità della CO<sub>2</sub> vengono internalizzate e i partecipanti sono stimolati a essere più efficienti sull'uso delle fonti energetiche e quindi a inquinare meno (UE, 2003; D'Adda, 2005; UE, 2009; Maluccio et al, 2015).

Uno strumento che potenzia il settore agroforestale come *sink* di carbonio è il mercato volontario<sup>18</sup>, in cui i partecipanti decidono di investire in azioni compensative e di sostegno alla protezione ambientale, principalmente nel settore forestale (afforestazione, riforestazione). Nel mercato volontario di carbonio vengono scambiati crediti, ad esempio quelli generati da progetti forestali VER (*Verified or Voluntary Emissions Reductions*), con la differenza che le transizioni sono caratterizzate da negoziazioni dirette con regole e standard variabili. Per dare maggiore garanzia agli investimenti e rendere il mercato più trasparente, è necessaria l'adozione di standard e

---

<sup>16</sup> La direttiva europea 2003/87/CE definisce la quota di emissione come diritto di emettere una tonnellata di biossido di carbonio equivalente per un periodo determinato.

<sup>17</sup> I settori inquinanti che rientrano nella direttiva sono: le attività energetiche, la produzione e trasformazione dei metalli ferrosi, industria dei prodotti minerali. Inoltre si applica per i gas a effetto serra seguenti, Biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), Idrofluorocarburi (HFC), Perfluorocarburi (PFC) esafluoro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

<sup>18</sup> I mercati del carbonio oggi si distinguono quindi in tre forme: il mercato istituzionale del Protocollo di Kyoto, in cui partecipano soprattutto gli stati e le grandi aziende; i mercati domestici legati a iniziative nazionali; il mercato volontario del carbonio, dove opera la società civile con iniziative atte a mitigare gli effetti climatici. Coinvolge vari soggetti, sia pubblici sia privati.

sistemi di verifica indipendenti. Ad oggi, all'interno del mercato volontario ne esistono circa una decina con certificazione da parte terza per il settore forestale, tra questi il VCS (*Verified Carbon Standard*), il *Gold Standard*, il *Social Carbon Standard* o infine il FSC (*Forest Stewardship Council*) in merito alla buona gestione forestale (Brotto, et al, 2016). Nell'ambito di questo mercato, il Nucleo di Monitoraggio del Carbonio ha diffuso il Codice Forestale del Carbonio (CFC), un'iniziativa volontaria che fornisce linee guida sui progetti forestali agli attori che vi operano, attraverso cui raggiungere gli obiettivi della riduzione delle emissioni. Tra i progetti realizzati, quello più seguito è il REDD+ (Storti, et al, 2014).

### **2.2.2 La gestione forestale: il CFM e la strategia REDD+**

Esistono a livello internazionale alcuni strumenti di gestione forestale, che sono stati in più casi utilizzati con successo. REDD+ e CFM intendono ridurre la deforestazione, garantire un sostenibile uso delle risorse forestali e condividono l'approccio per raggiungerlo, ossia coinvolgendo la popolazione locale. Il CFM nacque per proteggere le foreste e sostenere comunità dipendenti da esse, mentre REDD+ per mitigare il cambiamento climatico. Tuttavia, la combinazione dei due progetti può offrire risultati di successo nel sequestro di carbonio, nella conservazione della biodiversità, nella riduzione della deforestazione e nel miglioramento della qualità di vita. In aggiunta, si è riscontrato un accesso più equo alle risorse forestali da parte della popolazione, maggiori investimenti sulla produttività, riduzione dei conflitti tra comunità e governo e controllo della corruzione (Viana, et al, 2012; Newton et al, 2014). La conservazione e la gestione di un ecosistema si è mostrata più proficua con la collaborazione dei cittadini, che si sono mostrati attivi nel gestire le foreste presenti attorno ai propri insediamenti.

Il CFM (*Community Forest Management*) è uno strumento che riguarda la risorsa forestale gestita dalle comunità in diverso modo. Dal semplice riconoscimento dei diritti nell'uso delle risorse o del trasferimento della proprietà, fino alla partecipazione pubblica e coinvolgimento a vari livelli nelle attività inerenti alle foreste. Nonostante alcuni iniziali timori, affidare la cura dell'ecosistema boschivo alla popolazione si è dimostrato vantaggioso, poiché le comunità sono incentivate a proteggere le risorse più di quanto accada nel caso di una proprietà pubblica. Esistono alcuni elementi chiave per la buona riuscita di questa gestione: il quadro istituzionale, quindi la presenza di una politica forestale e un processo di decentralizzazione; un quadro normativo in cui i diritti sulla

gestione e uso delle foreste sono riconosciuti agli utenti che si occupano della risorsa; gli strumenti metodologici, quindi gli approcci per l'amministrazione delle foreste, specie quelli di partecipazione; l'organizzazione, incluso il supporto dato alle comunità locali. Oltre a ciò, alcuni fattori intrinseci, economici e sociopolitici, istituzionali e contestuali, influiscono sul funzionamento del CFM. Laddove vi è un sistema stabile in cui il governo sostiene le azioni della comunità, allora si hanno CFM di successo (Angelsen, et al, 2009; Newton, et al, 2014).

La strategia REDD+ nasce invece con l'intento di ridurre le emissioni antropogeniche dovute alla deforestazione e degradazione delle foreste. Non si tratta di un'azione o un programma specifico, ma di un insieme di approcci volti alla conservazione delle foreste. Il problema della deforestazione è globale e tra le cause rientrano l'espansione agricola che incide per il 96%, l'estensione delle infrastrutture per il 72% e il sovra sfruttamento delle risorse forestali 67%. Ridurre questi aspetti è l'obiettivo di REDD+, raggiungibile in due modi che possono essere visti come forme di PES, Pagamento per servizi ecosistemici, (cfr. capitolo 5.2.1). Con la prima modalità si coinvolge un paese in via di sviluppo, che riceve fondi da un paese industrializzato donatore per gestire in modo sostenibile le foreste e ridurre le emissioni inquinanti. La seconda prevede il trasferimento di incentivi da parte del governo nazionale a organizzazioni locali, attive nella gestione sostenibile delle foreste o nella riduzione delle emissioni (Viana et al, 2012; Newton et al, 2014).

## **2.3 Il quadro italiano**

### **2.3.1 Le politiche forestali**

In Italia, la legge principale in ambito forestale è stata per molto tempo la Serpieri, “*RDL 30.12.1923 n. 3267, Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*”. Esistono successivi riferimenti normativi alle foreste all'interno di altri documenti, ad esempio nella *L. 22.5.1973 n. 269*, sulla produzione e il commercio di sementi e piante da rimboschimento, nella *L. 1.3.1975 n. 47* contenente le “norme integrative per la difesa dei boschi dagli incendi”, o nella *L. 984/1977, la legge Quadrifoglio*, che dà indirizzi generali sulla materia agro-forestale. Altri testi che hanno trattato anche il patrimonio forestale sono quelli per le aree montane, per la salvaguardia delle bellezze naturali (legge Galasso del 1985) e per le aree protette (legge quadro sulle

aree protette del 1991). Un momento decisivo è stato il 1970, quando la competenza sul settore forestale è stata trasferita alle Regioni a statuto ordinario, le quali hanno prodotto leggi regionali indirizzate alla salvaguardia delle foreste dagli incendi. Viste le criticità nella gestione evidenziate dalle regioni, e la forte disomogeneità che caratterizza il territorio italiano, nel 2001 venne emanato il *D. Lgs 227/2001 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale"*, che rappresenta l'attuale base normativa in materia (CNEL, 2000).

Oggi, il comparto forestale è oggetto di significativo interesse internazionale, pertanto, la politica nazionale ha il dovere di allinearsi a quanto prescritto dagli accordi firmati. Il Programma Quadro per il Settore forestale rappresenta il legame tra la politica forestale nazionale e gli impegni comunitari, definisce indirizzi strategici e coinvolge numerosi ambiti. Influenzato dalle decisioni internazionali, l'Italia ribadisce l'importanza della *Gestione Forestale Sostenibile (GFS)*, nel rispetto dei principi della conferenza di Helsinki del 1993. La gestione attiva è inoltre assunta come principale strumento per la salvaguardia dei boschi, ed è stata l'ANPA (*Agenzia Nazionale per l'Ambiente*) a definirne i criteri e gli indicatori di riferimento nazionale. A questi principi, le Regioni devono guardare per redigere i Piani Forestali Regionali, i quali sono la base della pianificazione territoriale regionale per il settore forestale (CNEL, 2000; Pettenella, 2009). Nel 2002 la Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile conteneva obiettivi e azioni riferite alle foreste. Tra quelli relativi al clima si riconosceva la foresta come strumento per l'assorbimento di emissioni inquinanti, per la produzione di energia da fonti rinnovabili, per la conservazione della biodiversità e la prevenzione dei fenomeni di desertificazione (MATT, 2002). Infine, è stato predisposto il *Quadro nazionale delle Misure forestali nello sviluppo rurale 2014-2020*, che è lo strumento che coordina l'attivazione delle "Misure forestali previste dal Regolamento UE n. 1305/2013, per lo sviluppo rurale 2014-2020". Questo non nasce come uno strumento vincolante per le Regioni, ma come aiuto per la programmazione del fondo FEASR, per rendere più efficiente l'attuazione delle misure forestali (Rete Rurale Nazionale. GdL Foreste, 2014).

Gli esiti della politica ambientale e forestale italiana sono riassunti nella *tabella 2.3.1.*

**Tabella 2.3.1 - Quadro riassuntivo sulla politica forestale italiana**

| <b>QUADRO NAZIONALE</b>  |   |
|--|---|
| <b>Politica forestale</b>  |   |
| <b>Riferimento normativo</b>   | <b>Obiettivo</b>  |
| <b>Legge Serpieri - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani</b> | Primo riferimento normativo in ambito forestale.            |
| <b>Legge Quadrifoglio</b>  | Indirizzi generali sulla materia agro-forestale             |
| <b>Legge Galasso</b>   | Sulla protezione del paesaggio                              |
| <b>legge Pluriennale di spesa per il settore agricolo, L. 8.11.1986 n. 752</b>                               | Viene istituito il Piano Nazionale Forestale                |
| <b>D. Lgs 227/2001 "Orientamento e modernizzazione del settore forestale",</b>                               | Base normativa di riferimento                               |
| <b>Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile 2002</b>  | Riferimenti ad azioni forestali                             |
| <b>AdP</b>   | Missione B -valorizzazione, gestione e tutela dell'ambiente |
| <b>Quadro nazionale delle Misure forestali nello sviluppo rurale 2014-2020,</b>                              |   |

Fonte: elaborazione propria

### **2.3.2 La pianificazione forestale**

Le politiche forestali internazionali, comunitarie e nazionali influenzano in vario modo il sistema della pianificazione territoriale e nello specifico forestale. In Italia la pianificazione di settore forestale è articolata su tre livelli, dove la redazione dei piani è compito delle Regioni. La *figura 2.3.2* schematizza il sistema. L'Italia formula delle linee guida di programmazione, tenendo conto delle strategie e obiettivi posti a livello internazionale, in particolare della gestione sostenibile (GSF) a cui le regioni guardano nel redigere i piani forestali. La pianificazione forestale italiana presenta i seguenti caratteri:

- è uno strumento attuativo a livello aziendale;
- considera la foresta in un'ottica multifunzionale;
- è coordinata con altri piani di sviluppo dello stesso livello;
- è uno strumento flessibile;
- aiuta nell'orientamento dei finanziamenti.

Lo schema dei piani forestali può presentare differenze a seconda delle regioni, tuttavia in linea generale si ha l'articolazione mostrata in *figura 2.3.3*.



Figura 2.3.2 - Struttura della pianificazione forestale in Italia.  
Fonte: elaborazione propria.

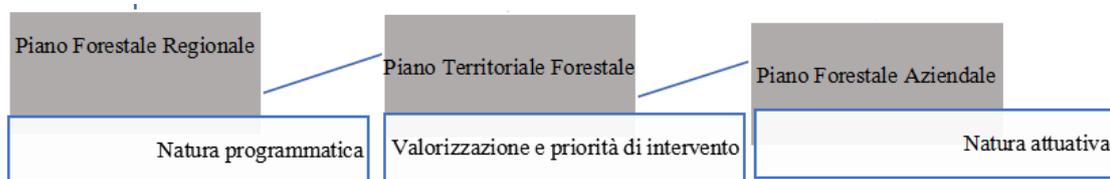


Figura 2.3.3 - La struttura dei piani forestali.  
Fonte: elaborazione propria.

A livello regionale viene realizzato il **Piano Forestale Regionale** (PFR), dura dieci anni ed è di natura strategica poiché formula gli obiettivi da raggiungere nell'arco di tempo. Il livello intermedio (comprensoriale) si occupa di definire i **Piani Forestali Territoriali** (PFT) validi per quindici anni che trattano un ambito forestale omogeneo definito dalla Regione. Hanno il compito di valorizzare le risorse forestali, di definire le forme di governo, orientandole soprattutto alla gestione sostenibile, e le priorità di intervento. Infine, attraverso il livello locale si attua la pianificazione, e a questo scopo è formulato il **Piano Forestale Aziendale** (PFA), valido quindici anni. Da qualche tempo è inoltre emersa la necessità di un piano più articolato e flessibile, in grado di considerare più temi. Si tratta del **piano di gestione forestale**, uno strumento proprio dell'azienda forestale, attraverso cui riesce a coordinare la gestione tecnica, la conduzione amministrativa considerando anche la gestione finanziaria (Cullotta & Maetzke, 2008a, 2008b).

Oltre a ciò, quelle aree forestali ricadenti in Siti di Importanza Comunitaria (SIC) o in ZPS, rientrano nella rete Natura 2000 per cui godono di una tutela particolare. È infine importante ricordare che la tutela dei paesaggi forestali rientra nei piani paesaggistici regionali, laddove esistano.

## **La valutazione economica dei servizi ecosistemici.**

La ragione per cui è importante valutare economicamente i SE viene trattata in questo capitolo alla luce dello stato di degrado dell'ecosistema forestale. Si procede analizzando i metodi che vengono usati e le iniziative internazionali come il MA, il MAES, la TEEB e LIFE+ che hanno affrontato la valutazione.

### **3.1. Le ragioni della valutazione economica dei servizi ecosistemici**

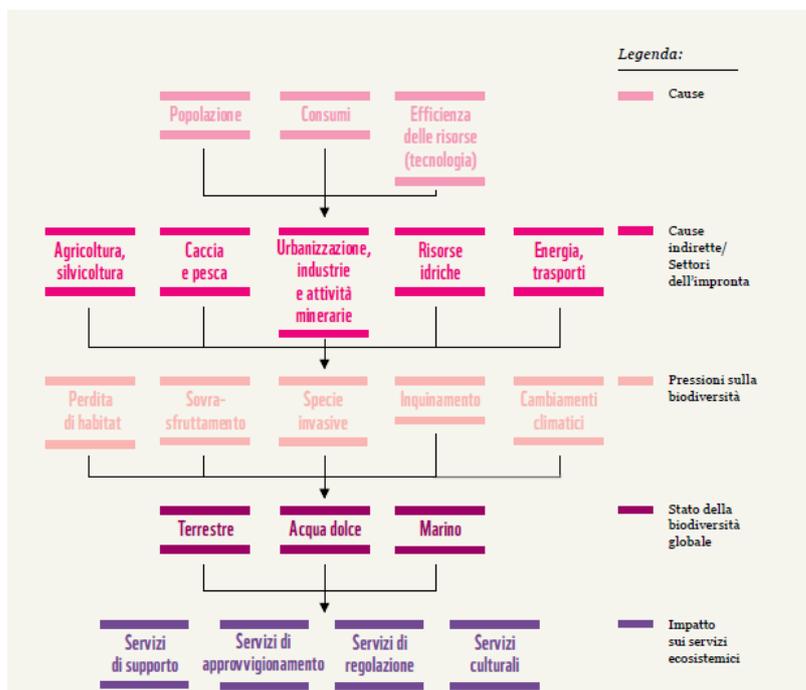
La valutazione economica dei servizi ecosistemici, indicata all'interno di molti documenti, è tema di attuale dibattito. Attribuire un valore monetario all'ambiente, nonostante esistano difficoltà, presenta vantaggi tali per cui è indicata come un possibile strumento per salvaguardare la biodiversità, i servizi ecosistemici e affrontare l'attuale crisi ambientale. Il processo di valutazione dei SE si affianca a quello della mappatura che permette di migliorare il quadro conoscitivo sulle risorse ambientali al fine di definire delle politiche di gestione adeguate, di fare emergere il valore del capitale naturale e comunicarlo anche alla popolazione.

Data la crescente importanza dell'argomento, sono stati realizzati modelli informatici open source per valutare i servizi ecosistemici, utilizzati attualmente in molti programmi e iniziative. Alcuni dei modelli sono InVEST, *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs tool* in grado di mappare e valutare i SE in termini sia biofisici sia economici; SOLVES, *Social Values for Ecosystem Services* che permette di valutare e mappare i valori sociali dei SE; ARIES, *ARTificial Intelligence for Ecosystem Services*. In questa sede non verranno approfonditi i modelli, poiché la valutazione del caso studio non li ha utilizzati, ma le tecniche di valutazione economica ambientale.

#### **3.1.1 Le pressioni sulle foreste**

Nel primo capitolo si è messo in evidenza il ruolo svolto dalle foreste che forniscono servizi ecosistemici e cosa li minaccia. Allo stato attuale risulta che si stanno consumando le risorse ambientali troppo rapidamente, superando la capacità di rigenerazione e, inoltre, la quantità di CO<sub>2</sub> emessa è più alta di quella assorbibile dal pianeta. Le origini di questo

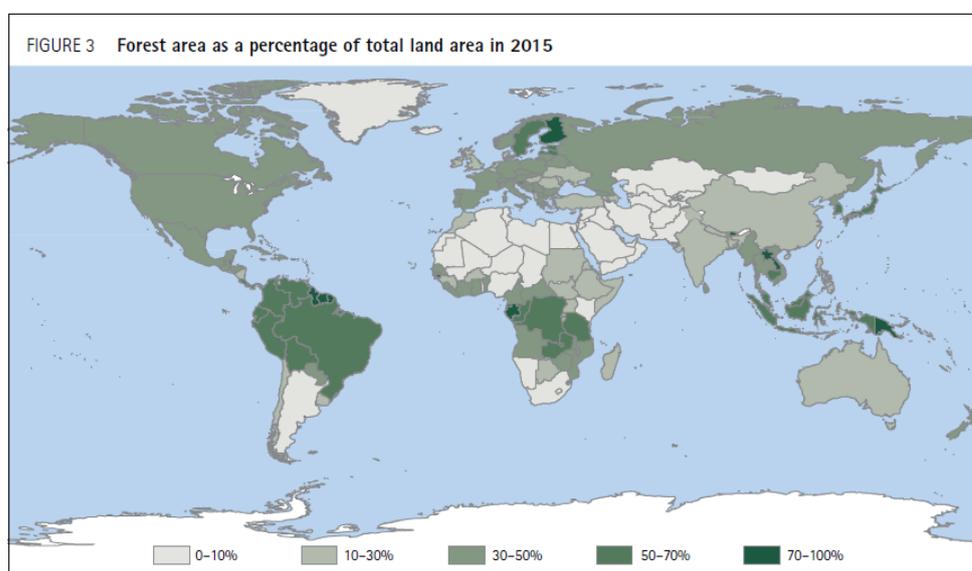
disequilibrio risiedono in parte nel modello economico caratterizzato da una richiesta illimitata di risorse che, invece, sono ridotte in ambiente. Come è stato evidenziato dalla FAO (2016), la deforestazione è conseguenza di fattori legati sia alle richieste della popolazione (ad esempio ricerche mostrano che l'agricoltura è la prima causa della deforestazione) sia al sistema economico-tecnologico. Il degrado degli ecosistemi e i problemi di inquinamento sono conseguenze che emergono soprattutto oggi che hanno assunto la forma di sfide da affrontare. Imparare a gestire in modo sostenibile il capitale naturale e l'ambiente è dunque indispensabile per evitarne il completo collasso da cui anche il benessere antropico dipende (WWF, 2016). La *figura 3.1.1* riassume le relazioni che esistono tra il sistema umano e quello naturale.



*Figura 3.1.1 - Interconnessioni fra persone, biodiversità ecosistemi ecosistemici.*  
*Fonte: WWF, 2010: 11.*

“Sviluppo” e “natura” sono concetti spesso considerati contrapposti, che difficilmente le politiche ambientali, la pianificazione e le scelte economiche hanno saputo combinare. Questa distanza ha creato due sfere distinte, nonostante le forti interdipendenze, che ha contribuito a generare gli impatti negativi analizzati nel primo capitolo. Dietro tali esiti risiede soprattutto l'inconsapevolezza del meccanismo che origina il benessere, ossia quel legame con la natura che frequentemente viene dimenticato (World Resource Institute, 2008).

Negli ultimi 25 anni, la superficie forestale mondiale è diminuita del 3,1% e la *figura 3.1.2* mostra in quali nazioni è più o meno presente in proporzione al relativo territorio. La distruzione della foresta è avvenuta in modo diverso a seconda delle fasce climatiche e del trend demografico, tuttavia l'andamento segue generalmente queste fasi: la popolazione cresce e con essa la domanda di risorse, pertanto aumenta il bisogno di suoli da coltivare. Questi vengono ricavati, nella maggior parte dei casi, convertendo le aree boscate, cosa che è avvenuta soprattutto nella zona tropicale. Si hanno quindi tre tendenze: l'area forestale totale che diminuisce, la popolazione che aumenta e quindi la domanda di risorse, e la superficie forestale pro capite (area utile a soddisfare la domanda) declina, seguita dalla crescita della popolazione e dall'urbanizzazione (FAO, 2016; WWF, 2016).



*Figura 3.1.2 - La superficie forestale in proporzione, nel mondo.*  
 Fonte: FAO, 2016:17.

### **3.1.2 La consapevolezza della popolazione sul ruolo dell'ambiente**

Un aspetto non irrilevante da considerare riguarda quanto la popolazione è cosciente del ruolo che svolge l'ambiente, un dato che risulta basso e perciò rappresenta un motivo ulteriore per valutare economicamente i SE. Di seguito si mostrano i risultati di un'indagine svolta nel contesto della strategia europea sulla biodiversità 2020, per valutare la consapevolezza della popolazione sul tema.

Le domande dell'intervista riguardavano l'importanza di conservare la biodiversità e cosa comporta la sua perdita, quali azioni dovrebbe intraprendere l'UE, e gli

atteggiamenti personali in merito alla protezione della natura. La ricerca, fatta nel 2007, 2010, 2013 e 2015, ha intervistato a campione i residenti degli stati membri con un'età maggiore di 15 anni. I risultati, in *figura 3.1.3*, forniscono un indicatore della conoscenza pubblica sulla materia, ossia quanta familiarità gli europei hanno con il concetto di biodiversità. Per l'anno 2015, i più non hanno mai sentito parlare dell'argomento, mentre la restante parte si divide equamente tra chi è consapevole di cosa sia la biodiversità e chi ne ha solo sentito parlare. In *figura 3.1.4*, invece, è riportato il grafico che sintetizza i

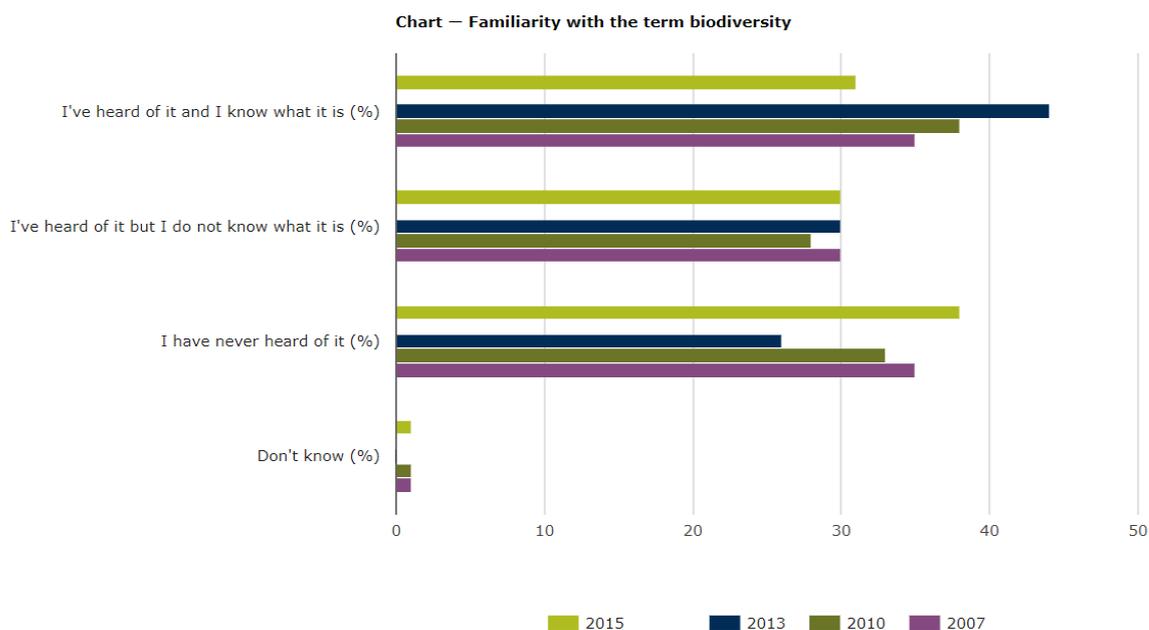


Figura 3.1.3 - I risultati della ricerca condotta dall'EEA.

Fonte: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/public-awareness-1/assessment> consultato il 15/7/2017.

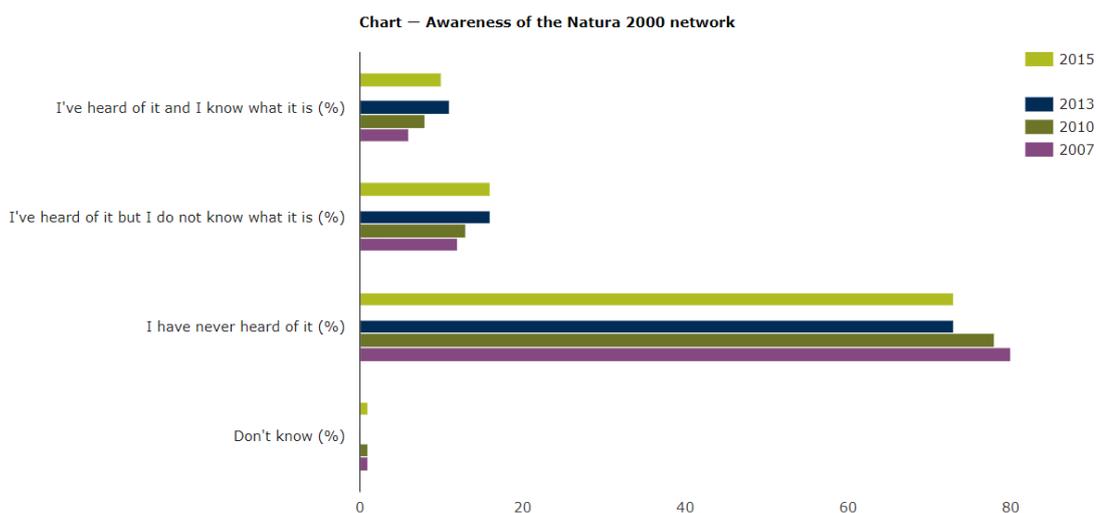


Figura 3.1.4 - Risultati dell'indagine svolta dall'EEA.

Fonte: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/public-awareness-1/assessment> consultato il 15/7/2017.

risultati sulla conoscenza della rete Natura 2000. Anche in questo caso, con uno scarto superiore al precedente, la maggior parte non ne ha mai sentito parlare, e poca è la percentuale di coloro che sanno di cosa si tratti (EEA, 2016).

In conclusione, questa indagine è utile a mostrare quanta poca coscienza c'è della materia, il che non è da sottovalutare. Comprendere i motivi per cui certe azioni vengono intraprese per conservare e proteggere l'ambiente, è fondamentale per garantire risultati di maggior successo. Soprattutto considerando quelle misure che cercano di intervenire per cambiare aspetti dello stile di vita. Se manca l'informazione, le iniziative non potranno di per sé essere completamente efficaci, ma è importante invece coinvolgere le persone. I risultati di una valutazione economica dei SE possono essere utili anche nelle attività di sensibilizzazione.

### **3.2 Attribuire un valore economico ai servizi ecosistemici**

La poca consapevolezza del valore intrinseco della natura, cioè l'importanza, ha influito in modo devastante sugli ecosistemi. Molte scelte di pianificazione territoriale e di interventi in ambiente sono state prese seguendo logiche economiche che hanno messo in secondo piano la qualità ambientale, tralasciandone l'importanza. Considerando le foreste, poiché molti benefici offerti, come l'aria pulita, sono immateriali, non hanno un mercato di riferimento e quindi manca un prezzo di scambio, non rientrano generalmente tra le voci dei bilanci costi-benefici e non sono tenuti in conto nei processi decisionali degli interventi. Mentre, quelle funzioni ecosistemiche che generano servizi di cui è noto un prezzo monetario (ad esempio la funzione produttiva forestale che genera legname) hanno più possibilità di essere considerate e quindi incidere sulle scelte. L'errore è stato quello di ritenere che alcuni servizi ecosistemici mancassero di valore semplicemente perché la loro importanza non era quantificabile in moneta (Barde & Pearce, 1993).

In alcuni paesi emerse l'idea di valutare tutti i benefici ambientali in denaro già negli anni 80, e quindi includerli nelle analisi costi – benefici, ma le conoscenze su come fare ciò erano scarse. Negli ultimi anni sono stati fatti progressi, e i metodi per eseguire questo tipo di esame si sono raffinati. Tra le tecniche più utilizzate vi sono la valutazione contingente, il metodo dei prezzi edonici, del costo di viaggio e della stima dei danni. Nonostante l'affidamento a tale genere di valutazione presenti ostacoli politici, etici e metodologici, inserire nei processi decisionali anche i benefici di ciò che non è di mercato

può essere utile. L'obiettivo non sarà “*vendere*” e scambiare davvero la natura come qualsiasi altro prodotto, ma rivelare ai decisori di progetti e politiche ambientali le conseguenze dannose del deterioramento del capitale naturale, in modo da intraprendere azioni consapevoli (Barde & Pearce, 1993).

Tra gli schemi di contabilità ambientale due principali sono il SEEA – Central Framework (*System of Environmental-Economic Accounting*) e il SEEA-EEA (*SEEA Experimental Ecosystem Accounting*). Entrambi utilizzano la struttura di contabilità del SNA (System of National Accounts) in termini ambientali, ma differiscono per la prospettiva. Il SEEA parte da un punto di vista economico a cui integra gli aspetti ambientali, viceversa il SEEA-EEA da quello ambientale arriva a relazionarlo all'economia e ad altre attività umane (Comitato Capitale Naturale, 2017).

Il SEEA procede per tre fasi: la misura dei flussi di materiali ed energia, sia all'interno di un'economia, sia tra economia e ambiente; la valutazione degli stock degli asset ambientali; le attività economiche legate all'ambiente. Dalla contabilità dei flussi si determina il cambiamento degli *asset ambientali* (ossia i beni e le risorse dell'ambiente) attraverso gli *asset account* che definiscono il valore dello stock lungo il periodo, controllando l'impatto dell'economia sull'ambiente. Come ultimo passaggio, il SEEA annota i flussi delle attività economiche legate all'ambiente (spese per la protezione dell'ambiente, gestione risorse...). Il SEEA – EEA, d'altra parte, si concentra sui servizi degli ecosistemi, nello specifico su quelli di approvvigionamento, di regolazione e culturali. Anche in questo caso si individuano tre momenti della valutazione: quella delle condizioni dell'ecosistema; della sua estensione; dei flussi futuri attesi degli ecosistemi (Comitato Capitale Naturale, 2017).

La contabilità ambientale rappresenta dunque un modo per integrare la sostenibilità ambientale nel quadro politico ed economico. Successivamente alle prime sperimentazioni, simili approcci di stima sono stati adottati da alcune iniziative internazionali che verranno analizzate nei capitoli seguenti.

### **3.2.1 La valutazione economica ambientale: metodi e tecniche**

Il concetto di valore di un bene è cambiato anche nei termini economici, dove le teorie dell'economia neoclassica ha messo in luce la questione dell'utilità legata al bene. Infatti, molte metodologie della valutazione economica ambientale si basano sull'approccio utilitaristico, fondato sul fatto che le persone sfruttano i benefici (l'utilità)

degli ecosistemi in modo diretto o indiretto, secondo scelte individuali. Con questo modello tutti i beni, anche quelli non di mercato, vengono ricondotti ad un valore economico. Nello specifico si fa riferimento al valore economico totale (VET) diviso in due componenti: valore d'uso, distinto in diretto, indiretto, di opzione, e valore di esistenza, ossia non uso. Il primo si può attribuire ai servizi ecosistemici sfruttati, direttamente, indirettamente o in una prospettiva futura, per ragioni di produzione o consumo. Il secondo, invece, è più difficile da esaminare perché corrisponde a ciò che è intrinseco ad una risorsa e non corrisponde a qualcosa di impiegato direttamente.

La stima dei SE può avvalersi di:

**metodi basati su osservazioni dirette**, per i beni che hanno un mercato di riferimento e quindi sono commerciabili. Il valore d'uso diretto è definibile attraverso i prezzi di mercato; i costi necessari per produrre i beni; la funzione di produzione, che considera il contributo di un SE per la fornitura di un altro. Queste tecniche si prestano per valutare soprattutto i servizi della funzione di approvvigionamento (Schirpke et al, 2014).

**Metodi basati su osservazioni indirette**, adatti per i SE che non hanno un mercato di riferimento, ad esempio i servizi di ricreazione, turistici o culturali, per cui si utilizzano i dati di uno surrogato. Ad esempio si può usare la tecnica del costo di viaggio, che somma il costo del tempo, del mezzo usato per spostarsi ed è utile soprattutto per valutare i servizi turistici di un luogo; quella del costo di surrogazione, ossia considerando quello che si spenderebbe per qualcosa in grado di svolgere la stessa funzione (ad esempio le strutture ingegneristiche che sostituiscono il ruolo protettivo del suolo); quella dei costi evitati, per cui si stimano i danni che vengono provocati ad una specifica area, ad esempio da eventi naturali catastrofici; quella dei prezzi edonici che ricava il valore di un SE non commerciabile dai prezzi di mercato di beni che sono influenzati dal servizio. Si utilizza in questo caso il mercato del lavoro o immobiliare per ricavare, ad esempio, il valore attribuito al paesaggio dal prezzo di un immobile influenzato dalla presenza della natura (Schirpke et al, 2014).

**Metodi basati sull'enunciazione delle preferenze**, tra cui molto usata è la valutazione contingente per calcolare i valori di un luogo (ad esempio un bosco) in base alle scelte delle persone intervistate. Un'ulteriore tecnica è quella della disponibilità a pagare (WTP) o ad accettare (WTA), in cui le persone dichiarano quanto sarebbero disposti a pagare per un determinato servizio o bene che non è sul mercato (ad esempio l'aria pulita). Essendo

procedimenti basati su scelte soggettive, si evince che l'accuratezza del risultato non sarà massima, e si dovrà tenere conto di alcune distorsioni (Schirpke et al, 2014).

Spesso per attribuire un valore risulta utile anche riferirsi al mondo normativo, ossia alle conseguenze a cui si va incontro per la violazione di leggi e regolamenti ambientali.

La *figura 3.2.1* sintetizza i metodi sfruttabili per valutare economicamente i servizi ecosistemici.

| METODO   | OGGETTO DI STIMA                                   | TECNICHE  | SE stimabili  |
|--|--|---|---|
| <i>Metodi diretti</i>                                  | beni commerciabili, con un mercato di riferimento. | <ul style="list-style-type: none"> <li>° prezzo di mercato;</li> <li>° costo di produzione;</li> <li>° funzione di produzione</li> </ul>                    | ° servizi di approvvigionamento (esempio il legname, cibi...)   |
| <i>Metodi indiretti</i>                                | beni senza un mercato di riferimento.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>° costi di sostituzione;</li> <li>° costo di viaggio;</li> <li>° prezzo edonico;</li> <li>° costi evitati</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>° servizi di regolazione, protettivi (esempio la protezione dall'erosione del suolo o l'assorbimento di PM<sub>10</sub>);</li> <li>° servizi ricreativi, turistici, culturali</li> </ul> |
| <i>Valutazione contingente/tecniche non di mercato</i> | uso di scenari ipotetici                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>° disponibilità a pagare (WTP);</li> <li>° disponibilità ad accettare (WTA);</li> </ul>                              | ° servizi turistici/culturali; valori sociali;  |

*Figura 3.2.1 - Metodi utilizzabili per la valutazione dei SE.  
Elaborazione propria.*

La valutazione economica ambientale comporta difficoltà di natura tecnica e istituzionale, politica ed etica. I problemi tecnici riguardano la disponibilità dei dati che, a seconda del bene da stimare può essere più o meno alta. Ci sono SE che grazie alla loro tangibilità e all'esistenza di un relativo mercato di scambio hanno maggiori dati disponibili (ad esempio i servizi produttivi). Per altri invece, come i servizi culturali o sociali, è necessario fare ipotesi per cui il valore economico potrebbe non rispecchiare quello reale. Esistono anche difficoltà istituzionali e politiche, che riguardano l'impiego di risorse, personale specializzato che riesca a realizzare accurate analisi. Il dibattito inoltre coinvolge tutte quelle posizioni, soprattutto degli ambientalisti più radicali, che ritengono inopportuno monetizzare le risorse ambientali e alcune critiche hanno infatti ostacolato l'affermarsi delle tecniche valutative per i beni ambientali. Valutare economicamente i beni ambientali ha tuttavia dei vantaggi quali la trasparenza, poiché attraverso stime monetarie si manifesta chiaramente l'importanza di eventuali danni ambientali; la possibilità di realizzare un bilancio tra vantaggi e svantaggi di una politica

ambientale; l'opportunità di definire misure di internalizzazione delle esternalità; infine rende più facile comunicare e comprendere il valore dell'ambiente grazie al confronto con altri servizi e capitali. Nonostante il risultato della valutazione possa non essere del tutto esatto, lo scopo, si ribadisce, è quello di informare e sensibilizzare il più possibile i decisori sulle conseguenze dei progetti e delle politiche per l'ambiente, e non quello di rendere commerciabile il capitale naturale (Barde & Pearce, 1993; Masiero, 2015; Comitato Capitale Naturale, 2017).

### **3.2.2 Le iniziative internazionali. Il Millennium Ecosystems Assessment e il MAES sulla mappatura degli ecosistemi e dei servizi**

Il Millennium Ecosystems Assessment (MA) è stato il primo lavoro che ha chiaramente descritto la situazione di pericolo in cui si trovavano gli ecosistemi (MA, 2003). Si tratta di un report richiesto dal segretario generale dell'ONU Kofi Annan nel 2000, con l'obiettivo di fornire informazioni e risposte a domande chiave sull'ambiente, segnalate da quattro iniziative internazionali<sup>19</sup>. Le ricerche del gruppo di lavoro durarono quattro anni e il MA fu pubblicato nel 2005 indagando sui seguenti cinque temi:

- la condizione degli ecosistemi, dei servizi ecosistemici e del benessere umano;
- i cambiamenti degli ecosistemi, dei suoi servizi e le conseguenze per il benessere umano;
- le azioni per conservare gli ecosistemi;
- cosa riduce l'efficacia delle decisioni che riguardano gli ecosistemi;
- quali metodologie sviluppare e usare per rafforzare la valutazione degli ecosistemi e dei servizi.

Il MA ha raccolto informazioni e saperi esistenti, stabilendo una base scientifica di riferimento per tenere conto degli ecosistemi nei processi decisionali. L'analisi ha avuto il merito di aver sottolineato le relazioni tra benessere umano e ambiente, e il fatto che il degrado della natura implichi dei danni che, anche se difficili da misurare, hanno un costo considerevole. Dal momento che stabilire come intervenire sull'ambiente è complesso e multidimensionale, il MA propone un approccio analitico per analizzare gli ecosistemi, il loro stato e gli impatti, offrendo un metodo di valutazione comune per attribuire il valore

---

<sup>19</sup> Nella CBD (Convention on Biological Diversity), nella UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification), nella Ramsar Convention on Wetlands e nella Convention on Migratory Specie.

ai benefici ecosistemici. Viene esposto un approccio economico che rende i SE comparabili tra loro utilizzando la moneta come unità di misura. Tuttavia, anche in questo modo il processo non è semplice a causa della mancanza di prezzi applicabili a tutte le funzioni e benefici. Il risultato della stima economica non dovrà però essere il fattore determinante per la decisione, ma dovrebbe essere visto come un aiuto complementare per indirizzare le scelte gestionali e degli interventi verso un'ottica di sostenibilità (MA, 2003).

Il processo di valutazione comprende anche una fase di mappatura e descrizione dei SE, della quale si parlerà esponendo due iniziative che in particolare sono focalizzate su questo aspetto: il MAES e AlpES.

“Halting the loss of biodiversity and the degradation of ecosystem services in the EU by 2020, and restoring them in so far as feasible, while stepping up the EU contribution to averting global biodiversity loss” (Maes et al, 2013: 8).

L'Unione Europea nel 2000 ha adottato la strategia sulla biodiversità (*EU Biodiversity Strategy to 2020*) con sei obiettivi da raggiungere entro il 2020, per rispettare il traguardo mondiale sulla conservazione della biodiversità e dei servizi ecosistemici, e frenarne la perdita e degrado. In linea con lo scopo due e l'azione cinque viene enunciato che:

“Member States, with the assistance of the Commission, will map and assess the state of ecosystems and their services in their national territory by 2014, assess the economic value of such services, and promote the integration of these values into accounting and reporting systems at EU and national level by 2020” (Maes et al, 2013: 6-7).

L'iniziativa MAES intende mappare i servizi ecosistemici per controllare e monitorare lo stato dell'ambiente, un'azione che supporta il riconoscimento del ruolo degli ecosistemi che la pianificazione e i processi decisionali devono tenere in conto. Con la strategia europea, gli stati membri sono stati chiamati a realizzare questo lavoro entro il 2014, supportati dall'EEA che ha fornito modelli, quadri d'azione e indicatori, in modo che tutti potessero utilizzare un approccio comune. Anche se l'azione cinque suddetta è legata formalmente all'obiettivo due, in realtà permette di raggiungere anche altri scopi della strategia (*figura 3.2.2*). Infatti, il lavoro di mappatura è valido anche per esplicitare i problemi ambientali localizzandoli nello spazio e per contribuire a definire il valore economico dei SE (Maes et al, 2013). Oltre a ciò le mappe sui servizi ecosistemici sono strumenti di comunicazione utili tra gli stakeholders che si occupano di gestire gli

ecosistemi, in grado di fornire un aiuto per l'implementazione delle decisioni di salvaguardia, protezione e controllo della fornitura dei SE.

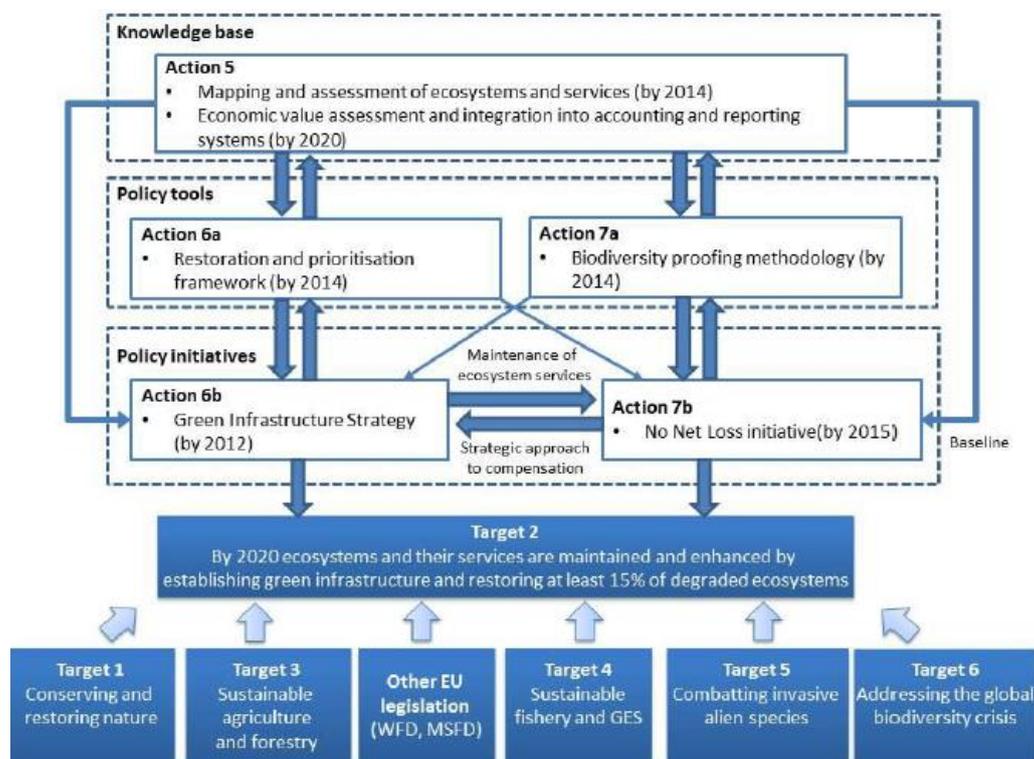


Figura 3.2.2 - Lo schema intende mostrare l'importanza dell'azione della mappatura nel raggiungimento degli obiettivi dell'intera strategia.

Fonte: Maes et al, 2013: 9.

Le metodologia proposta dall'Unione Europea è riassumibile nelle seguenti quattro fasi:

- mappatura degli ecosistemi, in base ai dati sulla copertura del suolo Corine Land Cover;
- valutazione dello stato di conservazione;
- valutazione dei servizi ecosistemici;
- individuazione degli ambiti territoriali in cui intervenire con la conservazione (fase a scala regionale).

L'ultimo passaggio, essendo incentrato sulle realtà regionali, è quello che rende il metodo un possibile strumento da integrare alla pianificazione e gestione sostenibile del territorio (Maes et al, 2013).

Un progetto recente che tratta la mappatura è AlpES (*Alpine Ecosystem Services-mapping, maintenance and management*), un'iniziativa europea di cooperazione

transnazionale, che rientra nel programma Interreg. L'obiettivo è quello di diffondere e supportare la conoscenza dei servizi ecosistemici in modo da gestirli e valutarli correttamente. Riguarda nello specifico lo spazio alpino, riconosciuto per i SE importanti che fornisce. Nonostante AlpES non tratti la valutazione economica, contiene aspetti rilevanti che potrebbero essere di supporto alle attività di valutazione. Innanzitutto, l'iniziativa mira a diffondere e omogeneizzare la conoscenza sui SE delle Alpi analizzandoli e producendo delle mappe. Queste risultano utili per coinvolgere gli stakeholders che si occupano di gestire i SE, e per comunicare l'importanza della loro salvaguardia. Al fine di sfruttare al meglio il processo di mappatura, AlpES realizza una piattaforma webGIS per rendere i dati disponibili a tutti e supportare la comprensione dei SE. Infine, intende integrare il lavoro agli strumenti nazionali, ricercando quelli più adatti a gestire e salvaguardare i SE (<http://www.alpine-space.eu/projects/alpes/en/home>).

L'iniziativa sottolinea, oltre l'interesse che a livello europeo esiste per la questione dei servizi ecosistemici e della loro salvaguardia, anche l'importanza del lavoro di mappatura che supporta la valutazione economica. Inoltre, non irrilevante è il riguardo posto sulla condivisione dei dati, necessari per l'operazione di mappatura.

### ***Approfondimento 2. Il MAES in Italia e in Piemonte***

Questo approfondimento riguarda l'iniziativa MAES in Italia e nel Piemonte. L'Italia prende parte al processo di mappatura con il sostegno di Società Scientifiche, nello specifico della Società Botanica Italiana. Ha realizzato il procedimento del MAES a livello statale, dimostrandosi utile per valutare interventi su tutto il territorio, e per confrontarsi con altri paesi europei. A scala regionale è stata prodotta una scheda di sintesi che riporta le informazioni sugli ecosistemi presenti e sul loro grado di conservazione. Di seguito sono elencati alcuni parametri presenti in ogni sintesi regionale.

- L'indice della salvaguardia del paesaggio naturale è l'**ILC**, un dato sintetico il cui valore varia da 0, per le aree artificiali, a 1, nel caso sia completamente naturale;
- il **numero degli ecosistemi** presenti sul territorio regionale mostra la ricchezza di paesaggi naturali;
- la percentuale di **copertura dell'ecosistema** nella regione rispetto a quella nazionale informa la rilevanza che un ecosistema ha per quel territorio;
- **rapporto copertura reale/potenziale**, dove la copertura potenziale è la Vegetazione Naturale Potenziale (VNP) a cui l'ecosistema fa riferimento. È il primo elemento utile alla valutazione dello stato di conservazione, fatta secondo la *tabella 3.2.3* seguente;

- **percentuale di perimetro condiviso** con la classe di naturalità, ossia la maturità della serie di vegetazione. Esistono sette classi di naturalità, di cui tre per i sistemi agricoli e una per le aree artificiali;
- **qualità dei contatti**;
- **percentuale protetta**, cioè la superficie dell'ecosistema inclusa nel sistema di Aree Protette;
- **stato di conservazione**

**Tabella 3.2.3** - Allegato 2, scheda di sintesi regionale Piemonte.

|  | Rapporto reale/potenziale        |                                     |                                  |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
|  | Basso                            | Medio                               | Alto                             |
| Ecosistemi maturi                      | <10% della superficie potenziale | >10<25% della superficie potenziale | >25% della superficie potenziale |
| Ecosistemi di successione/sostituzione | <5% della superficie potenziale  | >5<10% della superficie potenziale  | >10% della superficie potenziale |

Fonte: <http://www.minambiente.it/pagina/mapping-and-assessment-ecosystem-services-maes> consultato il 4/2/2018.

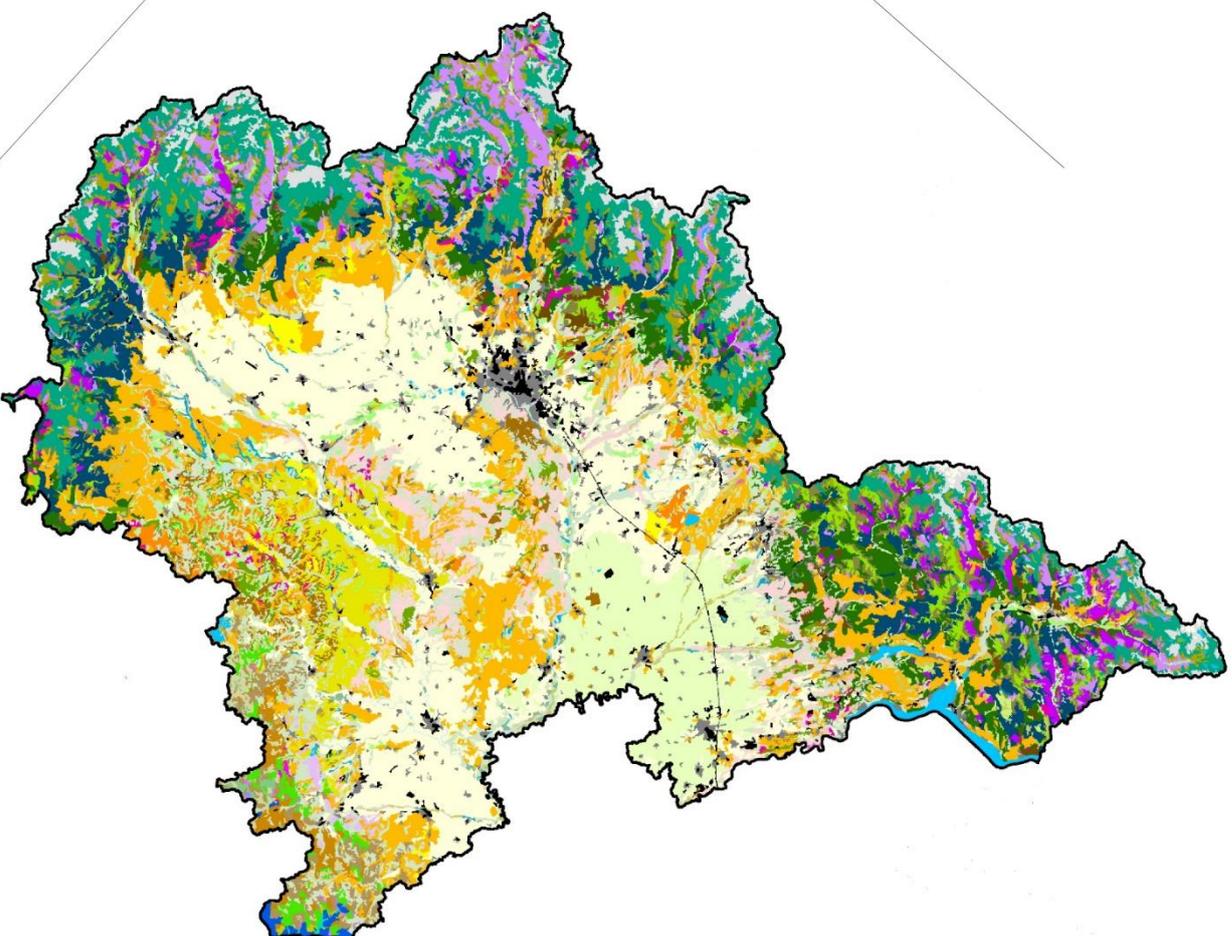
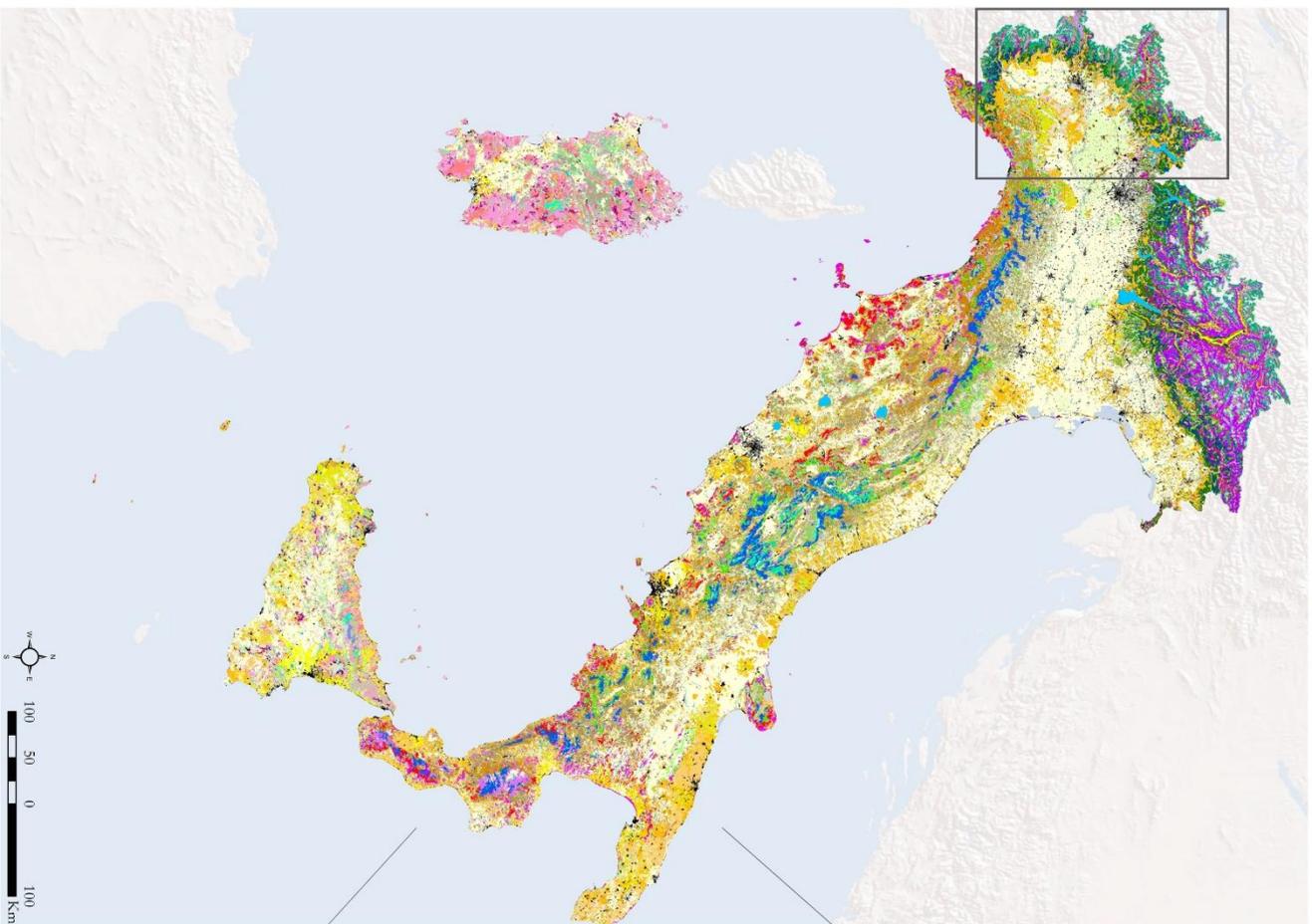
La tabella 3.2.4 confronta i parametri generali usati per la valutazione tra l'Italia e il Piemonte. La Regione risulta ricca di ecosistemi maturi possedendone quasi il 50% dell'Italia, anche il valore dell'ILC è alto, superando quello nazionale. I risultati della mappatura degli ecosistemi sono visibili anche attraverso le carte successive, sia in generale per l'Italia, sia per il solo Piemonte. Gli ecosistemi alpini, le foreste sono ben salvaguardate, e anche guardando la situazione italiana generale, gli ambienti meglio conservati sono quelli delle Alpi. Le aree con un medio e basso livello di protezione sono sporadici, mentre per quanto riguarda l'intera penisola, si concentrano lungo l'arco appenninico (<http://www.minambiente.it/pagina/mapping-and-assessment-ecosystem-services-maes>).

**Tabella 3.2.4** - Confronto tra Italia e Piemonte.

|   | ITALIA     | PIEMONTE  |
|---|------------|-----------|
| SUPERFICIE [ha]                             | 30.134.000 | 2.538.214 |
| ILC   | 0,65       | 0,71      |
| ECOSISTEMI MATURI                           | 49         | 24        |
| ECOSISTEMI SUCCESIONALE E/O DI SOSTITUZIONE | 29         | 20        |

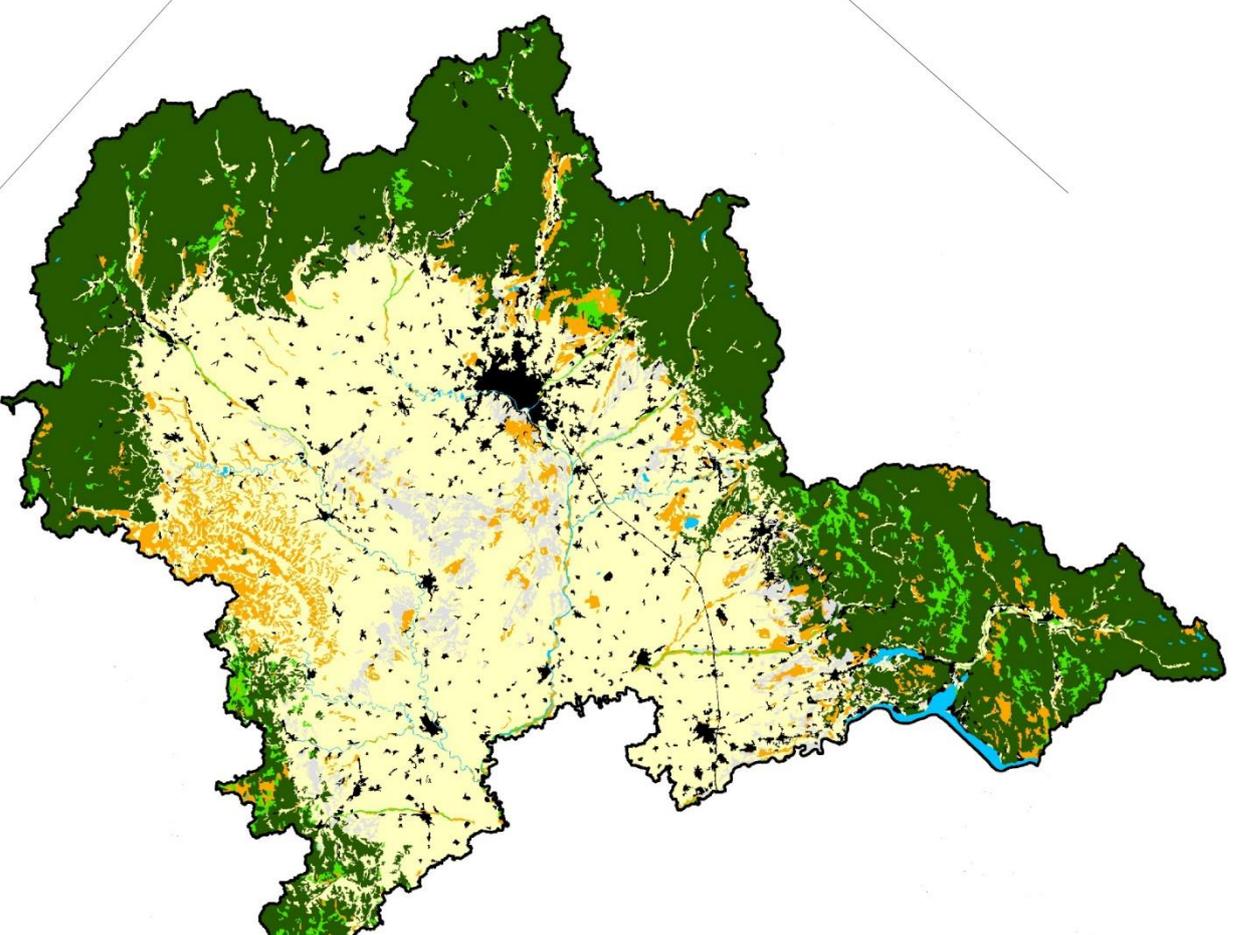
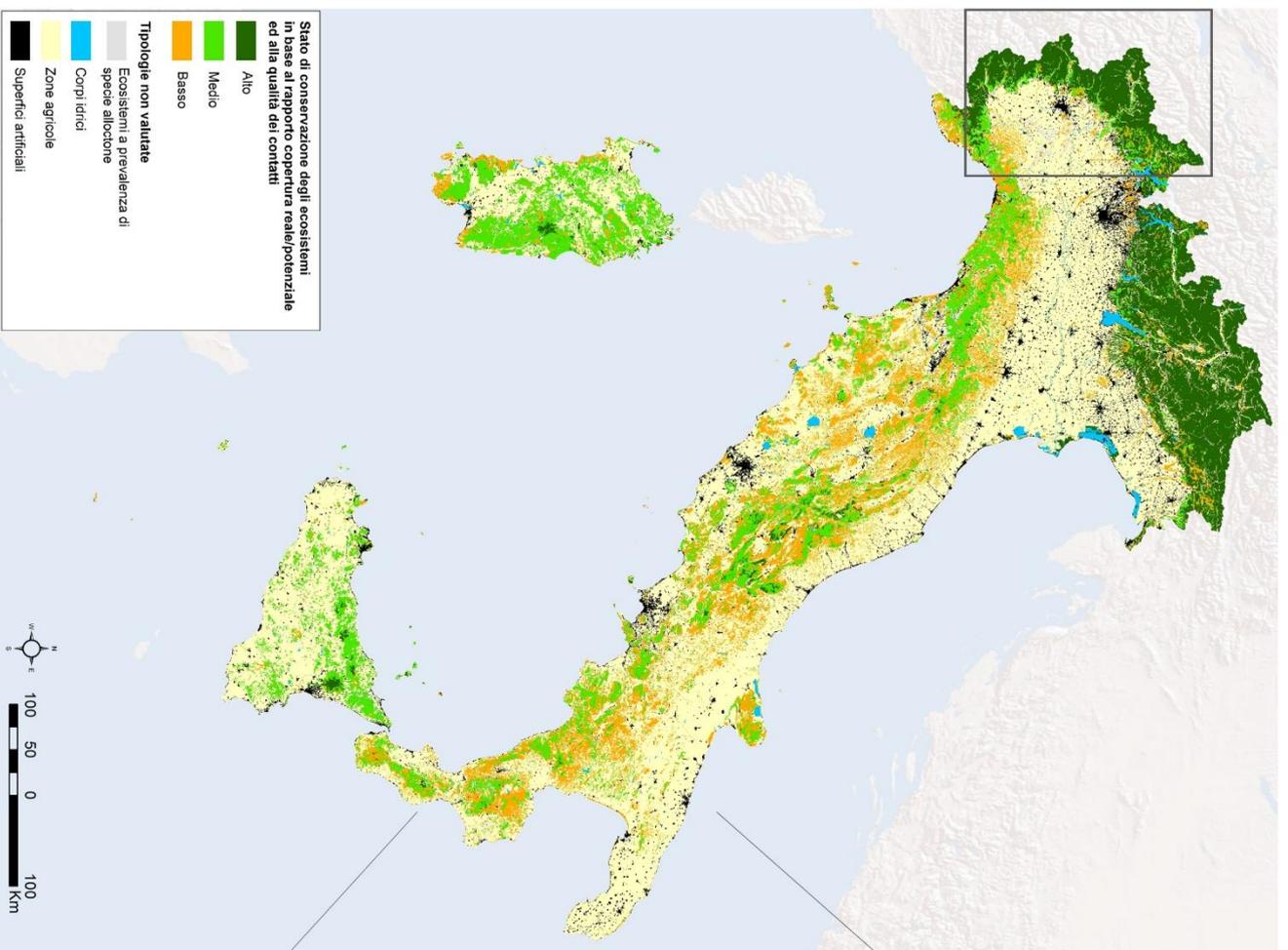
Fonte: elaborazione propria sulla base della scheda di sintesi MAES per il Piemonte.





Estratti dagli allegati 3 e 4 della scheda regionale Piemonte. Fonte <http://www.miniambiente.it/pagina/mapping-and-assessment-ecosystem-services-maes> consultato il 23/7/2017.

## MAES - Carta sullo stato di conservazione degli ecosistemi in Italia e in Piemonte



Estratti dagli allegati 3 e 5 della scheda regionale Piemontese. Fonte <http://www.minambiente.it/pagina/mapping-and-assessment-ecosystem-services-maes> consultato il 23/7/2017.

### 3.2.3 Le iniziative internazionali. TEEB, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*

Tra le iniziative internazionali che affrontano la valutazione degli ecosistemi e dei loro servizi rientra la TEEB, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, uno studio nato nel 2007 durante l'incontro del G8+5. In quest'occasione sorse l'intenzione di avviare un processo di analisi dei benefici che la biodiversità apporta alla popolazione e all'economia e quali costi sono legati alla sua perdita. È stato quindi formato un gruppo di studio e ricerca, con responsabile Pavan Sukhdev, i cui risultati sono stati presentati nel 2008 a Bonn, durante la COP-9. L'impresa riscosse molto successo a tal punto che vennero richieste valutazioni più specifiche per alcuni settori, nacque ad esempio la TEEB *Ecological and Economic Foundations* e la TEEB in *Local and Regional Policy*. In questo modo l'iniziativa si è rafforzata, il cui obiettivo è diventato quello di fornire un metodo per aiutare, chi responsabile, a compiere scelte appropriate tenendo conto del valore degli ecosistemi e della biodiversità. Propone a sostegno di ciò numerose alternative, che cercano di incontrare il parere di tutte le discipline inerenti al tema. Il primo proposito è quello di stimolare il raggiungimento di un sistema economico che riesca a racchiudere il valore della natura, la cosiddetta *green economy* (TEEB, 2013). L'UNEP la definisce come

“one that results in improved human well-being and social equity, while significantly reducing environmental risks and ecological scarcities. In its simplest expression, a green economy can be thought of as one which is low carbon, resource efficient and socially inclusive” (ten Brink, et al, 2012: 1),

cioè un'economia che ha come imperativi il benessere umano, l'equità sociale e il rispetto dell'ambiente. Tenere in conto la natura è la base per poter cambiare l'attuale modello economico in quello *green*. Il processo che TEEB (2013) diffonde prevede alcune raccomandazioni importanti da assimilare e seguire:

- rendere il valore della natura visibile, cioè comunicabile in modo chiaro;
- stimare il valore dei servizi ecosistemici e integrarlo nel processo decisionale;
- fare previsioni sul lungo-periodo;
- realizzare misure e mappature per migliorare la gestione;
- individuare le relazioni tra natura e benessere umano;
- definire le aree protette;
- investire nelle infrastrutture ecologiche;

Incorporare questi obiettivi, specie il secondo punto, è fondamentale per riconoscere e comprendere il valore dell'ambiente. Tuttavia, non è un'azione immediata, per molti paesi implica un cambiamento importante (TEEB, 2013).

Il sistema che viene proposto si articola in tre fasi, sintetizzate in *figura 3.2.5*.



*Figura 3.2.5 - L'approccio TEEB.*

*Elaborazione propria sulla base dei dati del manuale TEEB (TEEB, 2013).*

La prima fase serve per comprendere l'importanza dell'ecosistema senza cui non avrebbero significato i successivi momenti. L'obiettivo è di identificare i valori che poi verranno stimati, e trova spazio in questo passaggio il processo di mappatura. Segue la misura dei servizi ecosistemici, applicando metodi diversi a seconda del tipo di bene naturale, utilizzando indicatori qualitativi e quantitativi per farne emergere il potenziale economico. Infine, la fase fondamentale che riflette il senso delle prime due è l'integrazione dei risultati della valutazione nel processo decisionale per permetterne una corretta tutela e gestione. Ciò può avvenire attraverso la pianificazione territoriale, sistemi di incentivi fiscali, l'adozione di strategie per affrontare i problemi, come quello climatico, o la definizione di aree naturali protette. È essenziale ricordare che il fatto che si sfruttino risultati di una valutazione economica, e che si parli di "economia dei servizi ecosistemici e della biodiversità", non implica necessariamente che le soluzioni da adottare siano di natura monetaria. Si ribadisce che la stima economica vuole essere uno strumento di supporto complementare, utile per esaminare cosa fare in ambiente (TEEB, 2013).

### **3.2.4 Il progetto LIFE+ Making Good Nature e gli strumenti di supporto alla valutazione**

Oltre alle iniziative internazionali, esistono esperienze di valutazione dei SE anche in Italia che, inoltre indagano e supportano meccanismi di autofinanziamento per la gestione dell'ambiente. È stato lanciato il progetto Life+ Making Good Nature, che ha

come obiettivo quello di valutare da un punto di vista quantitativo e qualitativo i servizi ecosistemici di alcuni siti della rete Natura 2000.

L'iniziativa beneficia di un cofinanziamento dell'Unione Europea, attraverso il Programma Life+, che si occupa di quel che riguarda le politiche e le leggi sull'ambiente e supporta progetti pilota che perseguono obiettivi di protezione dell'ambiente, degli habitat e delle specie animali e vegetali. Esistono tre componenti del programma LIFE+, Natura e biodiversità, Informazione e divulgazione e Politica e Governance ambientali.

Making Good Nature si inserisce nell'ambito delle politiche ambientali in quanto intende raggiungere un'efficacia gestione degli habitat anche attraverso strumenti di autofinanziamento, come i PES, i VER. Le azioni che compongono il progetto ripercorrono le fasi esposte dalle iniziative internazionali prima trattate, il MA, il MAES e la TEEB. Come prima cosa la valutazione dei SE viene svolta nei siti scelti e dai risultati si indagano ed elaborano dei possibili meccanismi di gestione che vadano a migliorare la protezione ambientale. Dopodiché il progetto intende realizzare un software WebGIS per valutare i servizi ecosistemici e uno strumento che diffonda e metta a disposizione i meccanismi di gestione. Non viene infine dimenticata l'importanza di diffondere pubblicamente il progetto e i risultati.

(<http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu/IT/home/Pages/default.aspx>, consultato il 23/5/2018).

L'intento del progetto Life+ di diffondere le informazioni non è di secondaria importanza, dal momento si riscontrano difficoltà relative alla valutazione che devono essere affrontate. I procedimenti di valutazione economica ambientale si basano infatti su conoscenze di diversa provenienza (ecologica economica, culturale...) e necessitano di dati sugli ecosistemi che spesso non sono facilmente reperibili. Se lo scopo è di fornire nuovi strumenti per compiere scelte più consapevoli sull'ambiente, è necessario prima di tutto creare le condizioni idonee ad utilizzarli. Le informazioni dovrebbero essere accessibili, integrabili, combinabili l'un l'altra e infine rintracciabili, presupposti che non sempre sussistono e che quindi rendono difficili le analisi. Al fine di soddisfare le esigenze dei ricercatori, è nata BON (*Biodiversity Observation Network*), una rete che contribuisce a diffondere i dati sulla biodiversità uniformandoli ed eliminando vuoti informativi. Questo esemplifica un meccanismo che intende fornire un quadro scientificamente saldo che aiuta la condivisione di buone pratiche ed esperienze. Si

definisce un portale unico attraverso cui coordinare i dati e i risultati, standardizzarli e diffondere approcci comuni. Numerosi attori vengono coinvolti, favorendo la costruzione di *partnership* e legami tra gli utenti che contribuiscono a migliorare l'adozione delle strategie (Wetzel et al, 2015). Il superamento delle difficoltà legate ai dati si ha in parte con l'assunzione dell'approccio in modo diffuso, così da condividere i dati ambientali necessari alle valutazioni.

## **La valutazione economica dei servizi ecosistemici forestali: il caso studio della Valle Tanaro**

Nelle pagine seguenti viene esposto il lavoro sul caso studio, svolto durante il tirocinio in Regione Piemonte in cui si sono valutati i servizi ecosistemici forestali della Valle Tanaro.

L'Italia ha introdotto il 28 dicembre 2015 la Legge n. 221 “*Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali*” (<http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/1/18/16G00006/sg>). Nello specifico, l'art. 70 prevede l'introduzione di un sistema di valutazione economica dei servizi ecosistemici con cui portare a compimento il processo di mappatura, integrandone così il valore nelle fasi decisionali. In questo contesto si inserisce il lavoro svolto, il cui obiettivo è stato quello di definire un valore anche economico per i SE forestali della Valle Tanaro. Si è scelto di lavorare su quest'area della provincia di Cuneo, precedentemente oggetto di studi simili.

Come esposto nel precedente capitolo, esistono diversi progetti che intendono valutare i servizi ecosistemici, attraverso approcci distinti, come “Life Sam4cp” che valuta i SE forniti dal suolo, utilizzando un software chiamato INvest. Il lavoro svolto in questa tesi si è, invece, basato sull'approccio utilizzato dalle docenti del Politecnico di Torino, Ingaramo Roberta, Salizzoni Emma e Voghera Angioletta, nel progetto europeo “Advanced Forest Fire Fighting” (AF3, Settimo programma quadro), per la valutazione dei servizi ecosistemici forestali della regione Sardegna. Il metodo si è avvalso di indicatori biofisici ed economici associati ai servizi ecosistemici, riferendosi alla classificazione CICES (Ingaramo, et al, 2017). Un ulteriore riferimento del presente lavoro è stato il progetto “*LIFE+ Making Good Nature*” (cfr 3.2.4) a cui si è guardato in particolare per alcuni calcoli e valori monetari.

I vantaggi del metodo scelto sono innanzitutto la facilità di applicazione, in quanto il calcolo degli indicatori è replicabile, speditivo e non richiede la conoscenza di software oltre al Gis. Oltre a ciò, si raggiungono risultati facilmente comunicabili, a livello sia

economico sia biofisico. Utilizzando il software Gis, è possibile georiferire i dati e mostrarli attraverso delle carte, portando così avanti il lavoro di mappatura dei servizi ecosistemici. Il metodo pone attenzione a evitare il problema del doppio conteggio individuando i servizi a cui associare gli indicatori, basandosi sulla classificazione CICES, che aiuta a evitare il *double counting*. Data la struttura degli indicatori utilizzati, il metodo orienta la valutazione soprattutto ai servizi finali, il che permette di evitare di attribuire un doppio valore al SE (al processo e al prodotto finale).

Molti dei dati per calcolare gli indicatori sono stati forniti dalla Regione Piemonte e dall'IPLA, mentre i valori economici sono stati tratti da indagini di mercato e dalle statistiche dell'ISTAT. A seconda degli indicatori, tale ricerca è stata più o meno difficile in base alla reperibilità dei dati.

Questo capitolo ripercorre il lavoro svolto, dopo una descrizione dell'area si procede esponendo gli indicatori calcolati per stimare i servizi offerti dalle foreste, e quindi il relativo valore economico. L'obiettivo dell'analisi è quello di fare emergere l'importanza dei boschi e del loro ruolo in un modo comprensibile a tutti, non solo a chi lavora nel settore. Si intende sottolineare quanto possa il metodo essere utile alla pianificazione territoriale. Sebbene valutare l'ambiente da un punto di vista economico possa sembrare inizialmente strano, non lo è considerando gli obiettivi della *green economy* e la necessità di andare oltre al tradizionale conflitto tra ambiente ed economia.

#### **4.1 Inquadramento dell'area di studio**

Il territorio piemontese ha un'estensione di 2.538.297 ha, di cui il 36% è coperto da boschi (922.866 ha). Anche le aree agricole sono molto estese sul territorio, pari al 37%, mentre il 13% è occupato da territori a valenza pastorale. Le superfici urbanizzate occupano il 6% del Piemonte. La *figura 4.1.1.* mostra le categorie di copertura del suolo, tra cui prevalgono le aree agricole soprattutto nel cuore della Regione, seguite da quelle boscate. Tra le province, quelle prevalentemente agricole sono Alessandria, Asti, Novara e Vercelli. Verbania, invece, è coperta per lo più da bosco e la provincia di Cuneo ha un territorio che per il 34% è agricolo e per il 35% boscato.

L'area presa in esame è il bacino idrografico della Valle Tanaro, in provincia di Cuneo, che comprende 94 comuni e prende il nome dall'omonimo fiume che attraversa l'intera area.

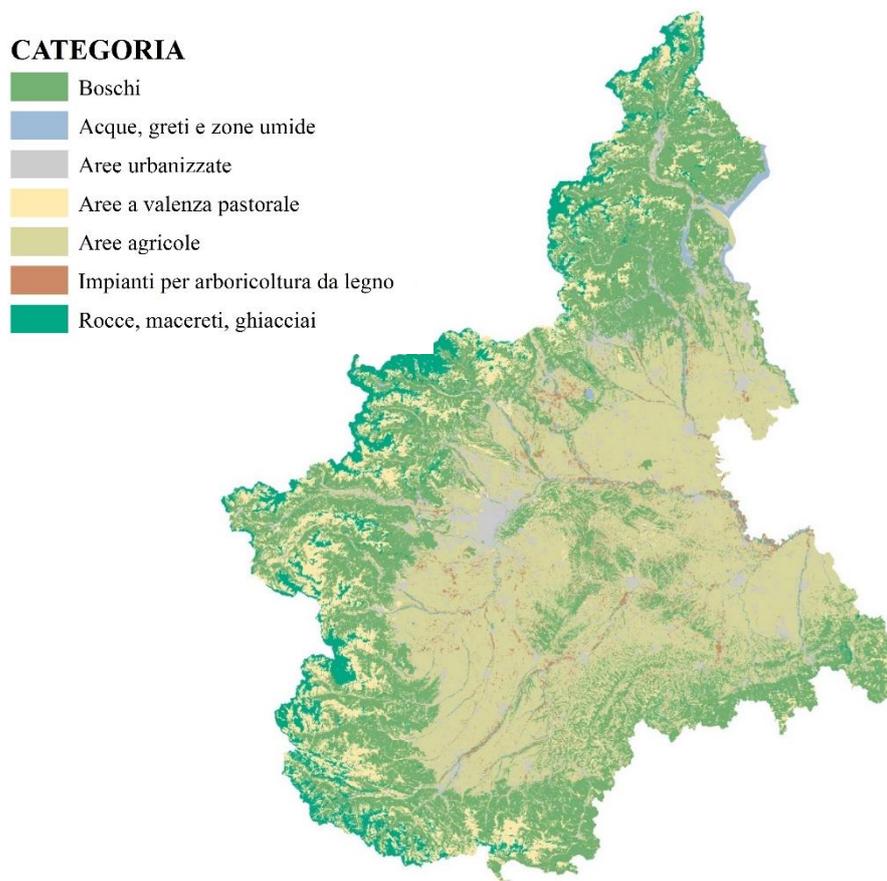


Figura 4.1.1 - Carta del Piemonte in cui sono indicate le categorie presenti sul suolo.  
Fonte: elaborazione propria su ArcGis.

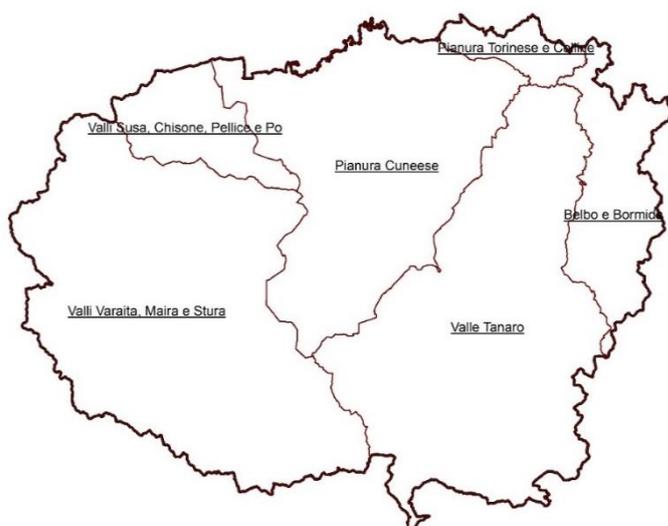


Figura 4.1.2 - La provincia di Cuneo con la suddivisione dei bacini di allertamento.  
Fonte: elaborazione su ArcGis dei dati del Geoportale Piemonte.

La carta 1 rappresenta le aree forestali presenti secondo la carta forestale:

- pianura cuneese, in cui il 18% dei boschi svolge una funzione protettiva e il 50% protettiva- produttiva;
- Roero, con il 12% che svolge una funzione protettiva, l'8% produttiva-protettiva;
- Alta langa e Langa esterna, 8% funzione protettiva, 69% protettiva-produttiva;
- Alta Valle Tanaro, Valli Mongia e Cevetta, Langa Cebana, 15% protettiva e 48% protettiva-produttiva;
- Valli Monregalesi, 4% protettiva, 67% produttiva- protettiva;
- Valli Gesso, Vermenagna e Pesio, in cui il 2% dei boschi svolge una funzione protettiva, mentre il 40% quella protettiva-produttiva;
- Valle Stura con il 24% dei boschi che svolge funzione protettiva e il 30% protettiva-produttiva.

Vengono inoltre indicate le zone sottoposte a vincolo naturalistico, quindi i siti SIC e ZPS della rete Natura 2000, i SIR e i parchi. La *tabella 4.1.3* riassume le aree protette, di cui 15.705 ha corrispondono ai Siti di Importanza Comunitaria. Tuttavia, dei 31.375 ha sottoposti a tutela solo il 14% (4.473 ha) è altresì boscato.

**Tabella 4.1.3 - Superfici protette in Valle Tanaro.**

|                     | <b>AREA [ha]</b> |
|---------------------|------------------|
| SIC                 | 15.705           |
| ZPS                 | 14.765           |
| PARCHI              | 860              |
| SIR                 | 45               |
| <b>Totale</b>       | <b>31.375</b>    |
| <b>di cui BOSCO</b> | <b>4.473</b>     |

*Fonte: elaborazione propria*

La superficie forestale della Valle Tanaro si estende per 92.458 ha, di cui il 43% sono castagneti, localizzati soprattutto nell'area meridionale, nelle Valli Monregalesi e nell'Alta Valle Tanaro. La seconda categoria prevalente è quella dei robinieti, che costituisce l'11% delle foreste della Valle Tanaro (*tabella 4.1.4*).

Dal punto di vista demografico risulta che il totale dei residenti è pari a 180.365 e i comuni più grandi sono Alba e Mondovì, rispettivamente con 31.437 e 22.484 abitanti. Alba è anche il comune con un rilevante ruolo economico, costituendo il polo più importante delle Langhe.

**Tabella 4.1.4 - Suddivisioni delle categorie forestali per la Valle Tanaro.**

| CATEGORIA FORESTALE              | AREA [ha]     | % sul totale della superficie boscata |
|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Abetine                          | 1.173         | 1%                                    |
| Aceri-tigli-frassineti           | 1.335         | 1%                                    |
| Alneti planiziali e montani      | 342           | 0%                                    |
| Arbusteti planiziali collinari e | 045           | 0%                                    |
| Arbusteti subalpini              | 1.031         | 1%                                    |
| Boscaglie pioniere e d'invasione | 3.769         | 4%                                    |
| <b>Castagneti</b>                | <b>39.939</b> | <b>43%</b>                            |
| Cerrete                          | 1.397         | 2%                                    |
| Faggete                          | 17.505        | 19%                                   |
| Lariceti e cembrete              | 2.258         | 2%                                    |
| Orno-ostrieto                    | 2.764         | 3%                                    |
| Pinete di pino montano           | 802           | 1%                                    |
| Pinete di pino silvestre         | 348           | 0%                                    |
| Querceti di rovere               | 211           | 0%                                    |
| Querceti di roverella            | 5.291         | 6%                                    |
| Quercu - carpineti               | 1.492         | 2%                                    |
| Rimboschimenti                   | 1.582         | 2%                                    |
| Robinieti                        | 9.882         | 11%                                   |
| Saliceti e pioppeti ripari       | 1.291         | 1%                                    |
| <b>TOTALE BOSCO</b>              | <b>92.458</b> |                                       |

Fonte: elaborazione propria dei dati della carta forestale Piemonte.

## Il metodo

La FAO nel Forest Resources Assessment 2000 definisce il bosco come il:

“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 in situ. 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 arboreti 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, purché maggiori di 0,5 ha. Sono incluse anche le piantagioni finalizzate a scopi forestali comprese quelle di alberi da gomma e le sugherete” (<https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/linkmetodo/definizionilink1.jsp>; <http://www.fao.org/docrep/004/Y1997E/y1997e1m.htm#bm58>, consultato il 3/3/2018).

Questa definizione è utilizzata anche dall'INFC (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio), i cui dati sono stati utilizzati per valutare il servizio del sequestro di carbonio.

Sulla base dei riferimenti bibliografici e delle classificazioni dei SE, si sono prese in considerazione tre funzioni principali: quella regolativa, distinguendo tra una climatica

e una protettiva dai dissesti; quella di approvvigionamento e quella culturale. Per ognuna di queste sono stati individuati alcuni servizi ecosistemici a cui sono stati attribuiti indicatori biofisici, associati al valore economico espresso in termini unitari. Dal loro prodotto si è ottenuto il valore economico totale del servizio in €/anno.

Parallelamente alla valutazione è stato portato avanti il lavoro della mappatura, grazie all'uso di Gis. La *tabella 4.1.5* riassume il quadro descritto.

**Tabella 4.1.5 - Funzioni, servizi ecosistemici, indicatori biofisici ed economici calcolati.**

| <b>Funzione ecosistemica</b> | <b>Servizio ecosistemico</b>  | <b>Indicatore biofisico</b>  | <b>Indicatore economico</b>                            |
|------------------------------|-------------------------------|--|--|
| Regolativa - climatica       | Sequestro di carbonio         | Quantità di carbonio assorbita all'anno [t/anno]                                 | Valore delle quote carbonio [€/t/anno]                 |
|                              | Assorbimento PM <sub>10</sub> | Quantità di PM <sub>10</sub> assorbita all'anno [t/anno]                         | Valore esternalità negative (costi sociali) [€/t/anno] |
| Regolativa-protettiva        | Protezione dall'erosione      | Aree protette dall'erosione [ha]   | Valore di surrogazione [€/ha/anno]                     |
|                              | Protezione dalle frane        | Aree protette dalle frane [ha]   | Valore di surrogazione [€/ha/anno]                     |
|                              | Protezione dalle valanghe     | Aree protette dalle valanghe [ha]  | Valore di surrogazione [€/ha/anno]                     |
|                              | Trattenimento delle piogge    | Volume di acque trattenute dai boschi [m <sup>3</sup> trattenuti]                | Valore di surrogazione [€/m <sup>3</sup> ]             |
| Approvvigionamento           | Legname da lavoro             | Volume di legname da lavoro producibile all'anno [m <sup>3</sup> /anno]          | Valore di mercato del legname [€/m <sup>3</sup> /anno] |
|                              | Legname per uso energetico    | Volume di legname uso energetico producibile all'anno [m <sup>3</sup> /anno]     | Valore di mercato del legname [€/m <sup>3</sup> /anno] |
|                              | Prodotti non legnosi          | Quantità di prodotti non legnosi - funghi e castagne prodotti all'anno [kg/anno] | Valore di mercato di castagne e funghi [€/kg/anno]     |
| Culturale                    | Fruizione turistica           | Numero di visitatori all'anno (turismo)  | Valore della visita ai siti protetti [€/persona]       |

Fonte: elaborazione propria.

## 4.2 La funzione regolativa climatica

I servizi ecosistemici analizzati di seguito riguardano la funzione regolativa forestale e ne sono stati presi in considerazione due, il sequestro del carbonio e di conseguenza l'equivalente CO<sub>2</sub>, e l'assorbimento di PM<sub>10</sub>.

### 4.2.1 Il sequestro del carbonio

Considerando il sequestro di carbonio, i boschi svolgono un servizio regolativo comportandosi come depositi di CO<sub>2</sub>, assorbita dalle piante durante la fase di crescita e

quindi tolta all'atmosfera (cfr. paragrafo 1.2.1). Al fine di stimare questo beneficio è stata individuata la quantità di carbonio e poi anidride carbonica assorbita annualmente dalle foreste del Piemonte, focalizzando l'attenzione sui comuni della Valle Tanaro. I dati utilizzati in ArcGis sono stati gli shapefile della carta forestale presenti sul sito SIFOR (<http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do>), e le informazioni dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio-INFC (<http://www.sian.it/inventarioforestale/>).

#### 4.2.1.1 Il metodo

L'INFC mette a disposizione i risultati dell'operazione dell'anno 2005, svolta per definire le estensioni della superficie forestali, classificarle e stimare alcuni parametri quantitativi. Tra le variabili, l'inventario ha considerato la funzione dei *carbon pools*, termine con cui si indicano tutte quelle componenti degli ecosistemi in grado di accumulare e fissare carbonio. Quanto viene fissato dai boschi viene rivelato attraverso la misura della biomassa espressa in peso secco. Secondo le linee guida IPPC<sup>20</sup> si considerano cinque tipi di depositi di carbonio

([https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/pools\\_carbonio.jsp?menu=3](https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/pools_carbonio.jsp?menu=3)):

- la biomassa epigea, cioè tutto ciò che è soprassuolo (tessuti, parti aeree degli organismi vegetali viventi);
- la biomassa ipogea, ossia parti radicali;
- necromassa, residui vegetali legnosi più grossolani;
- la lettiera, residui più fini (foglie, rametti...);
- il suolo, che comprende il carbonio organico degli strati organici e minerali, cioè fino ad una profondità convenzionale di 30 cm dello strato minerale.

L'INFC fornisce i valori di carbonio organico assorbito dai boschi nella lettiera e nel suolo per le regioni italiane, espressi sia in termini totali in Mg, sia in Mg/ha (t o t/ha). Dall'allegato sono stati estratti i dati per il Piemonte, suddivisi in base alle categorie definite dall'inventario: boschi alti, impianti di arboricoltura da legno e aree

---

<sup>20</sup> L'IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), è la strategia europea che agisce per prevenire e ridurre l'inquinamento e il livello delle emissioni. Intende proteggere l'ambiente migliorando le prestazioni ambientali delle industrie che devono avere un'autorizzazione ambientale. (<http://www.regione.abruzzo.it/ippc/index.asp?modello=home&servizio=xList&stileDiv=mono&template=default&msv=navigazi> consultato il 2/8/2017).

temporaneamente prive di soprassuolo. In modo più dettagliato, vengono fornite le quote di carbonio organico assorbite dai diversi tipi di bosco alto (figura 4.2.1).

| Distretto territoriale | Boschi alti |     |                        |     | Impianti di arboricoltura da legno |      |                        |      |
|------------------------|-------------|-----|------------------------|-----|------------------------------------|------|------------------------|------|
|                        | Corg        | ES  | Corg                   | ES  | Corg                               | ES   | Corg                   | ES   |
|                        | (Mg)        | (%) | (Mg ha <sup>-1</sup> ) | (%) | (Mg)                               | (%)  | (Mg ha <sup>-1</sup> ) | (%)  |
| Piemonte               | 66 404 892  | 5.2 | 79.1                   | 5.1 | 1 446 158                          | 17.2 | 50.7                   | 14.2 |

| Aree temp. prive di soprassuolo |      |                        |      | Totale Bosco |     |                        |     |
|---------------------------------|------|------------------------|------|--------------|-----|------------------------|-----|
| Corg                            | ES   | Corg                   | ES   | Corg         | ES  | Corg                   | ES  |
| (Mg)                            | (%)  | (Mg ha <sup>-1</sup> ) | (%)  | (Mg)         | (%) | (Mg ha <sup>-1</sup> ) | (%) |
| 187 798                         | 43.0 | 81.2                   | 11.3 | 68 038 847   | 5.1 | 78.2                   | 5.0 |

Figura 4.2.1 - Estratto dall'allegato 493 dell'INFS.

Fonte: [https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/dati\\_carquant\\_tab.jsp?menu=3](https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/dati_carquant_tab.jsp?menu=3).

Facendo riferimento alle ripartizioni delle categorie inventariali forestali rispetto alla macro-categoria bosco, l'inventario ha elaborato tre livelli di classificazione. Il primo distingue:

- **aree boscate:** “aree forestali con ampiezza minima di 0,5 ha e larghezza minima di 20 m, caratterizzate da una copertura arborea superiore al 10% determinata da specie capaci di raggiungere 5 m di altezza a maturità in situ”

(<https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/documentazione.jsp>);

- **altre terre boscate:** “aree forestali con ampiezza minima di 0,5 ha e larghezza minima di 20 m, caratterizzate da una copertura arborea compresa tra 5% e 10% di specie capaci di raggiungere 5 m di altezza a maturità in situ o, in alternativa, da formazioni con una copertura superiore al 10% determinata da specie arbustive o da specie arboree incapaci di raggiungere l'altezza in situ a maturità di 5 m”

(<https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/documentazione.jsp>).

Il secondo livello di classificazione specifica le aree boscate in (figura 4.2.2):

- **bosco alto:** soddisfa tutte le caratteristiche della definizione foresta;

- **impianti da arboricoltura da legno:** “si differenzia dal bosco alto per l'origine artificiale, per la presenza di un sesto d'impianto definito e per l'impiego di pratiche colturali di tipo agronomico”

(<https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/documentazione.jsp>);

- **aree temporaneamente prive di soprassuolo:** “prive di copertura arborea per cause naturali o accidentali o antropiche e per le quali si prevede la ricostituzione della copertura arborea in tempi brevi”

(<https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/documentazione.jsp>).

| Distretto territoriale | PROVINCIA   | Boschi alti     |        | Impianti di arboricoltura da legno |        | Aree temporaneamente prive di soprassuolo |         | Totale Bosco    |        |
|------------------------|-------------|-----------------|--------|------------------------------------|--------|---|---------|-----------------|--------|
|                        |             | superficie (ha) | ES (%) | superficie (ha)                    | ES (%) | superficie (ha)                           | ES (%)  | superficie (ha) | ES (%) |
| Piemonte               | Torino      | 225.157         | 3,8    | 11.050                             | 17,2   | 747                                       | 71,0    | 236.954         | 3,7    |
|                        | Vercelli    | 42.422          | 9,6    | 1.774                              | 44,6   | 508                                       | 100,1   | 44.705          | 9,3    |
|                        | Novara      | 29.944          | 11,5   | 1.713                              | 44,3   | 0   | -       | 31.657          | 11,1   |
|                        | Cuneo       | 233.280         | 3,7    | 4.014                              | 30,0   | 404                                       | 100,1   | 237.698         | 3,7    |
|                        | Asti        | 43.230          | 9,5    | 2.056                              | 40,3   | 0   | -       | 45.286          | 9,2    |
|                        | Alessandria | 120.896         | 5,5    | 6.913                              | 21,4   | 250                                       | 100,1   | 128.059         | 5,3    |
|                        | Biella      | 35.554          | 10,5   | 1.028                              | 57,5   | 0   | -       | 36.582          | 10,3   |
| Verbano-Cusio-Ossola   | 109.249     | 5,8             | 0      | -                                  | 404    | 100,1                                     | 109.653 | 5,8             |        |

Figura 4.2.2 - Estratto dai documenti dell'INFS. Dettagli per provincia.

Fonte: <https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/documentazione.jsp>

Le altre terre boscate, suddivise in **boschi radi, bassi e boscaglie**, sono state escluse dall'analisi in quanto non vengono forniti i dati sulla quantità di carbonio assorbita che, invece, si riferiscono esclusivamente ai boschi alti. Infine, il terzo livello di classificazione ne dettaglia le tipologie come mostrato in *figura 4.2.3*.

| Distretto territoriale | PROVINCIA   | Pioppeti artificiali |        | Piantagioni di altre latifoglie |        | Piantagioni di conifere |        | Totale Impianti di arboricoltura da legno |        |
|------------------------|-------------|----------------------|--------|---------------------------------|--------|-------------------------|--------|---|--------|
|                        |             | superficie (ha)      | ES (%) | superficie (ha)                 | ES (%) | superficie (ha)         | ES (%) | superficie (ha)                           | ES (%) |
| Piemonte               | Torino      | 9.092                | 18,6   | 1.959                           | 44,8   | 0                       | -      | 11.050                                    | 17,2   |
|                        | Vercelli    | 1.774                | 44,6   | 0                               | -      | 0                       | -      | 1.774                                     | 44,6   |
|                        | Novara      | 1.370                | 49,6   | 343                             | 100,1  | 0                       | -      | 1.713                                     | 44,3   |
|                        | Cuneo       | 1.713                | 44,3   | 1.089                           | 57,9   | 1.212                   | 57,8   | 4.014                                     | 30,0   |
|                        | Asti        | 1.370                | 49,6   | 685                             | 70,6   | 0                       | -      | 2.056                                     | 40,3   |
|                        | Alessandria | 6.167                | 22,5   | 747                             | 71,0   | 0                       | -      | 6.913                                     | 21,4   |
|                        | Biella      | 685                  | 70,6   | 0                               | -      | 343                     | 100,1  | 1.028                                     | 57,5   |
| Verbano-Cusio-Ossola   | 0           | -                    | 0      | -                               | 0      | -                       | 0      | -   |        |

Figura 4.2.3 - Un estratto dai documenti dell'INFS. Classificazione dei boschi alti.

Fonte: <https://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/documentazione.jsp>

Alle tipologie di foresta sono state associate le relative quote di carbonio organico assorbite e ne è stata calcolata la superficie in ettari. La tabella in allegato 1 mostra le aggregazioni delle categorie forestali utilizzate rispetto a quelle date dall'INFS, le relative quote di carbonio assorbite e l'equivalente CO<sub>2</sub>.

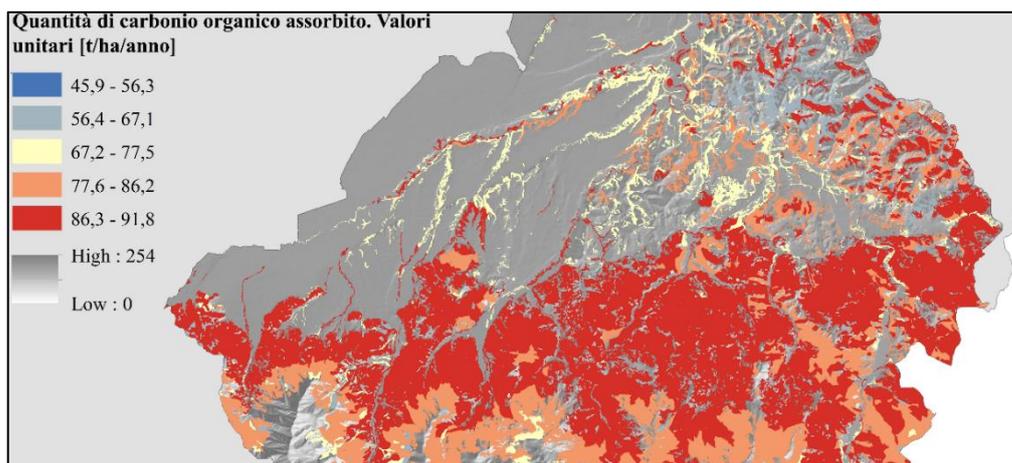


Figura 4.2.4 - Estratto della carta 2.

La carta 2 (figura 4.2.4) mostra la quantità potenzialmente assorbibile dalle specie forestali, espressa in termini unitari t/ha/anno. Le categorie forestali in grado di sottrarre più carbonio, quelle ricadenti nella classe più alta, si estendono per una superficie di 42.799 ha (48,8% della superficie boscata) e corrispondono ad alneti, pioppeti e saliceti, castagneti e pinete. Un'area di 42.601 ha (48,62%) è formata da specie che assorbono dalle 67,2 alle 86,2 t/ha/anno di carbonio. Infine il 2,5 % (2.212 ha) delle foreste ricade nelle ultime due classi, in grado di immagazzinare dalle 45,9 alle 67,1 t/ha/anno di carbonio.

Si è moltiplicato quindi il carbonio assorbito per la superficie in ettari dei boschi, ottenendo il valore delle tonnellate di carbonio assorbito all'anno. Il dato è stato successivamente categorizzato ottenendo la carta 3 (figura 4.2.5), che individua cinque classi, di cui la più alta assorbe dalle 47.528 alle 153.746 t/anno, per una superficie di 8.361 ha. Di contro, la più bassa comprende 28.899 ha e sottrae fino a 1.859 tonnellate di carbonio all'anno. Infine, si è calcolata l'equivalente di CO<sub>2</sub> assorbita (carta 4, figura 4.2.6) moltiplicando il carbonio immagazzinato per 3,67, ossia il rapporto tra i pesi molecolari dell'anidride carbonica e del carbonio elementare ( $44/12=3,67$ ) (<http://www.sian.it/inventarioforestale/>).

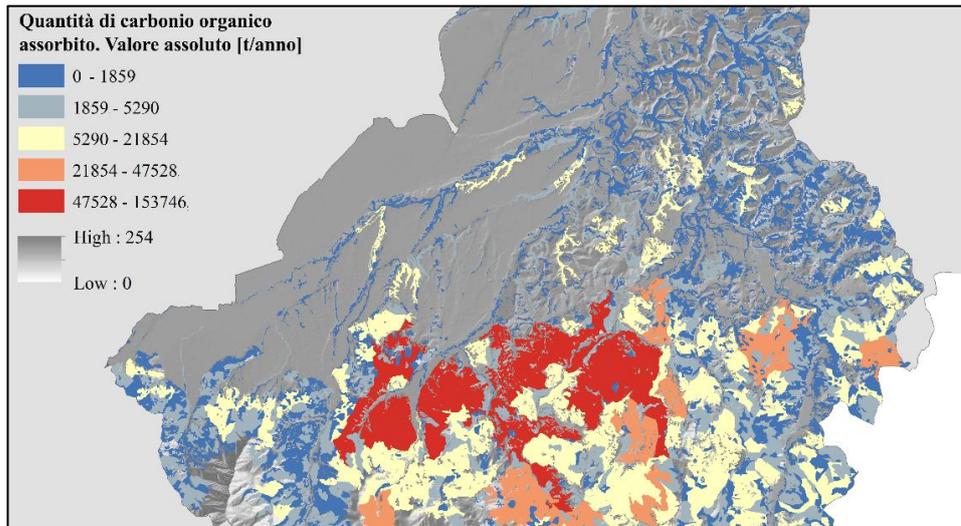


Figura 4.2.5 - Estratto della carta 3.

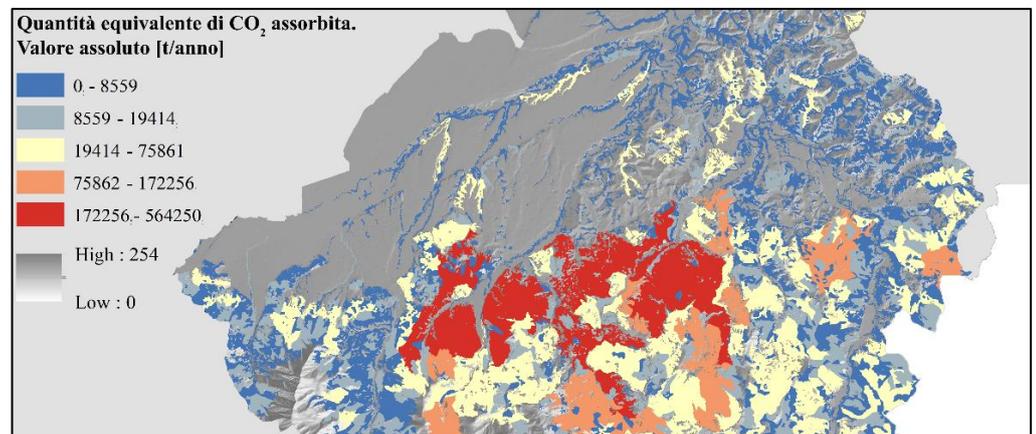


Figura 4.2.6 – Estratto della carta 4.

#### 4.2.1.2 I risultati

Dalle carte si osserva che i boschi in grado di fissare maggiore carbonio, e di conseguenza anidride carbonica, si trovano nell'area meridionale della Valle. I boschi dei castagneti e delle faggete sono quelli più estesi, e ricadono nella classe più alta che immagazzina dalle 172.256 alle 564.250 t/anno di CO<sub>2</sub>.

La carta sull'assorbimento totale di anidride carbonica (carta 4, *figura 4.2.6*) mostra che la maggior parte della superficie boscata (23.987 ha) appartiene al terzo gruppo, che assorbe dalle 19.415 alle 75.862 tonnellate all'anno. Infine, le specie delle prime due classi, che immagazzinano meno CO<sub>2</sub>, si estendono per 47.476 ha, coprendo soprattutto la zona settentrionale della valle. Dal dato delle CO<sub>2</sub> fissate, si è definito il valore

economico individuando il prezzo delle quote carbonio, che attualmente è ricavabile dal mercato. Dal contatore di Aste CO<sub>2</sub> del GSE (<http://www.gse.it/it/Gas%20e%20servizi%20energetici/Aste%20CO2/Pagine/default.aspx>) e dai prezzi aggiornati sul sito <https://carbon-pulse.com/category/emea/>, si è ricavato il valore di 4,26 €/t di CO<sub>2</sub> (riferito al 12 maggio 2017). Moltiplicandolo per la CO<sub>2</sub> immagazzinata si è ottenuto un valore in €, categorizzato e rappresentato nella carta 5 (figura 4.2.7). Il valore economico totale per il sequestro del carbonio è pari a 115.025.097 €/anno dove il 13% (15.321.868 €/anno) è proprio di 39.918 ha, in cui sono presenti solo castagneti. Considerando le cinque classi della carta, la quantità più alta di area forestale (54.718 ha) ricade nella prima con un valore più basso, cioè fino a 33.634 €/anno.

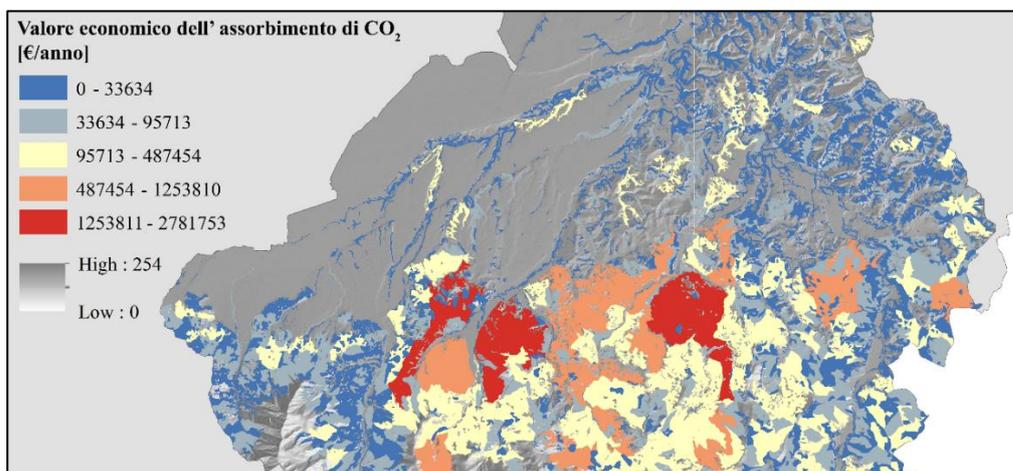


Figura 4.2.7 – Estratto della carta 5.

#### 4.2.1.3 Il calcolo delle emissioni nei comuni della Valle Tanaro

Dopo aver valutato l'assorbimento delle foreste, si sono analizzate le emissioni di CO<sub>2</sub> dei comuni della Valle Tanaro, avendo i dati dal sito <http://www.sistemapiemonte.it/fedwinemar/viewer>. Questo fornisce per la provincia selezionata tutti i dati sulle emissioni inquinanti, distribuendo i dati per comune e distinguendo i macro-settori emissivi. Si sono quindi selezionati i comuni ricadenti nell'area di studio ricavando le emissioni di CO<sub>2</sub> espresse in kt/anno per l'anno di riferimento 2010. Dall'elaborazione dei dati sono stati realizzati i grafici sottostanti (figura 4.2.8 e 4.2.9).

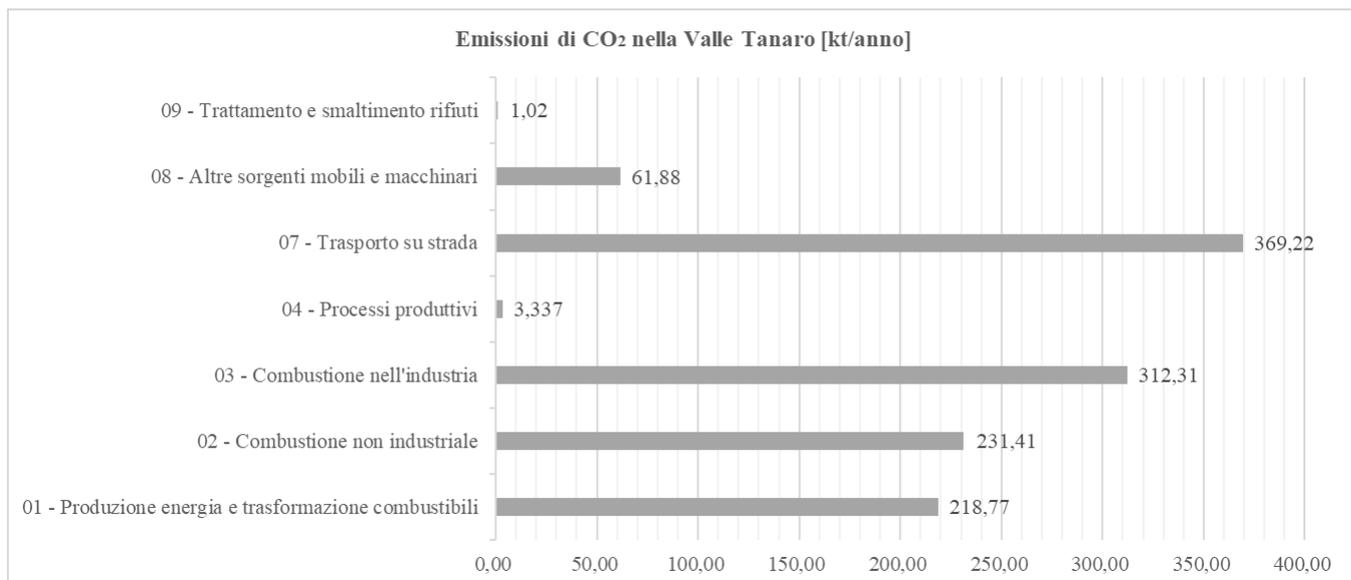


Figura 4.2.8 - Grafico sulle emissioni totali di CO<sub>2</sub> [kt/anno] della Valle Tanaro.  
Fonte: elaborazione propria.

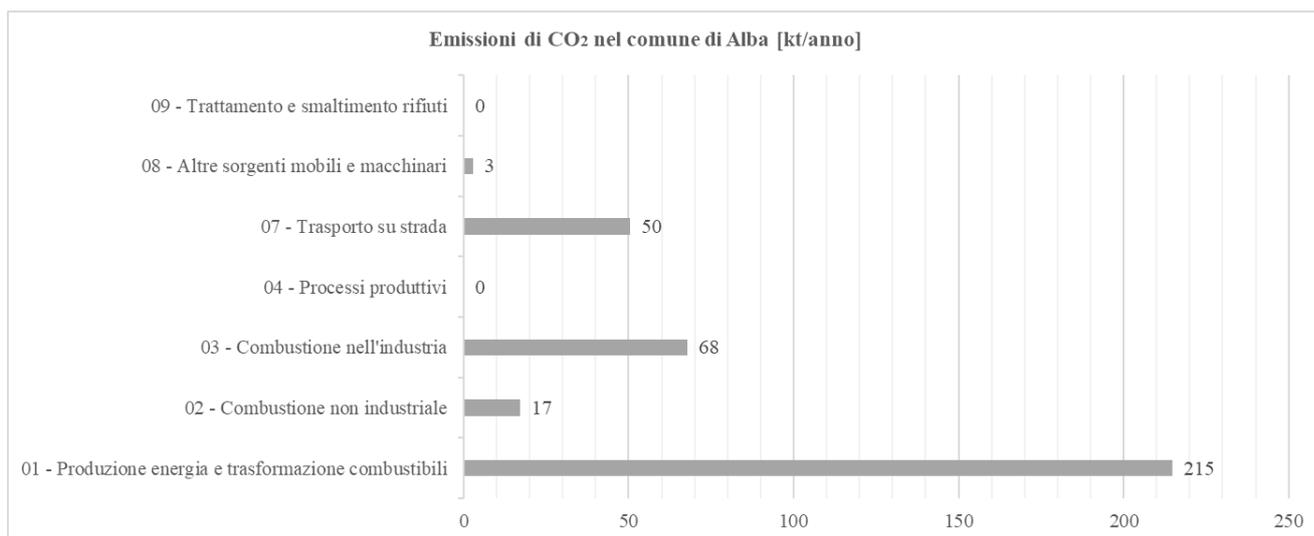


Figura 4.2.9 - Grafico sulle emissioni di CO<sub>2</sub> [kt/anno] del comune di Alba.  
Fonte: elaborazione propria.

Considerando l'intera Valle Tanaro vengono emessi 1.198 kt/anno di CO<sub>2</sub>, di cui il 30% dal settore trasporti (369 kt/anno). Il secondo campo più emissivo di anidride carbonica è quello della combustione industriale, che da solo diffonde 231 kt/anno. Il comparto che, al contrario, emette meno è quello dello smaltimento dei rifiuti (1,02 kt/anno). Tra i comuni dell'area di studio, Alba risulta quello che contribuisce maggiormente, quasi per il 30% del totale delle emissioni (353 kt/anno), segue Mondovì con il 10%. Analizzando i dati del comune di Alba si evince che il settore più inquinante è quello della produzione di energia e trasformazione combustibili (215 kt/anno di CO<sub>2</sub>

sprigionati). La tabella contenente tutte le informazioni è stata quindi riportata su ArcGis che, unita alle geometrie dei comuni, ha restituito la carta 6 (figura 4.2.10) che mostra le emissioni totali per i diversi paesi.

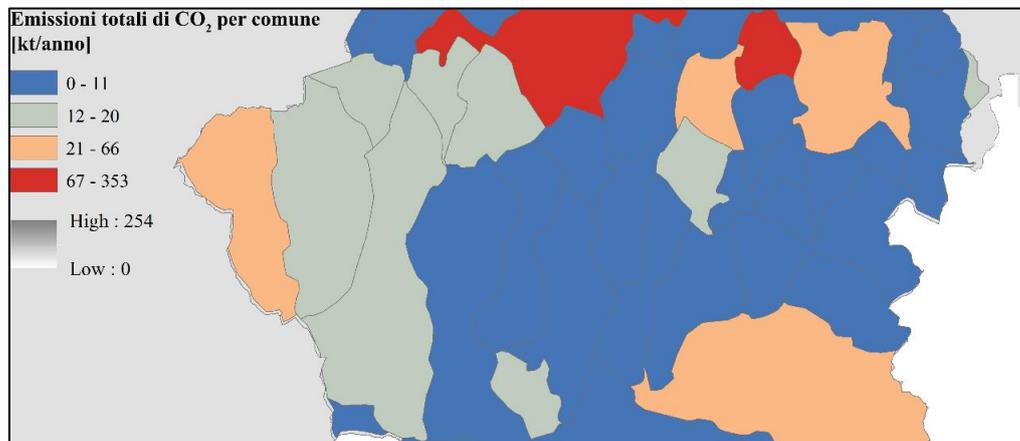


Figura 4.2.10 - Estratto della carta 6.

Nella carta 7 sono rappresentati solo i dati del macrosettore trasporti essendo quello più incidente, confrontato con il settore della combustione nell'industria. Considerando quest'ultimo ambito, risulta che i due paesi più inquinanti sono Alba e Mondovì, seguono poi 24 aree collocate in una fascia intermedia, emettendo tra i 2,92 e 18,79 kt/anno. Quelli più virtuosi, che inquinano meno di 3 kt/anno di CO<sub>2</sub>, sono 66.

### Alba

Essendo Alba il comune principale dell'area, sia in termini di abitanti sia produttivi e viste le alte quantità di CO<sub>2</sub> emesse, segue un approfondimento su di esso. La superficie boscata si estende per 496 ha e corrisponde all'1% del bosco

Tabella 4.2.11 - Estensioni delle categorie forestali di Alba.

| CATEGORIA FORESTALE      | AREA [ha]     | % rispetto alla superficie della Valle Tanaro |
|--------------------------|---------------|---|
| <b>Castagneti</b>        | 47            | 0%  |
| Cerrete                  | 2,22          | 0%  |
| Faggete                  | 2,39          | 0%  |
| Pinete di pino silvestre | 1,24          | 0%  |
| Querceti di roverella    | 31,41         | 1%  |
| Robineti                 | 362,76        | 4%  |
| <b>TOTALE BOSCO</b>      | <b>495,75</b> | <b>1%</b>                                     |

Fonte: elaborazione propria.

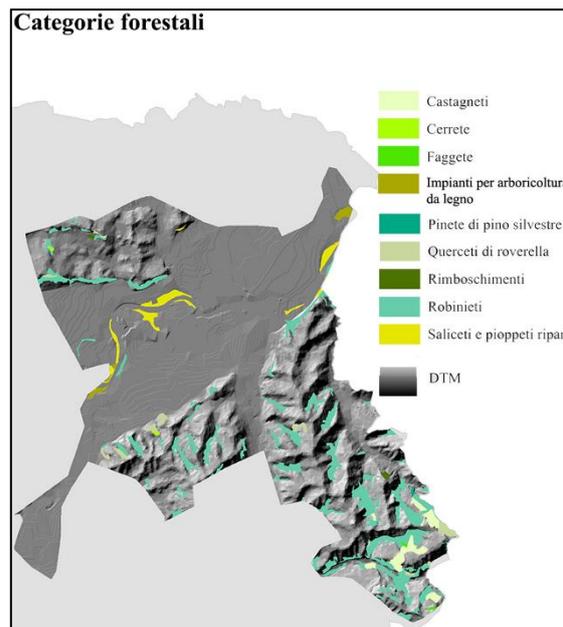


Figura 4.2.12 - Estratto della carta 8.

della Valle Tanaro, le categorie forestali presenti e le estensioni sono mostrate nella *tabella 4.2.11* e nella carta 8 (*figura 4.2.12*).

Data l'alta quantità di anidride carbonica sprigionata da Alba, ci si è chiesti se le foreste sole del comune sarebbero state in grado di assorbirla. Dai calcoli risulta che la superficie boscata sarebbe in grado di stoccare 37.201 t/anno di carbonio organico, ossia 136.528 di CO<sub>2</sub>. Il valore economico dei boschi di Alba, rispetto al servizio regolativo è pari a 630.762 €/anno. La carta 8 mostra la quantità di carbonio organico immagazzinabile in termini unitari (t/ha/anno), da cui si può vedere che Alba ha boschi in grado di sottrarre molto carbonio, grazie ai robinieti che hanno un alto potere di assorbimento. Tuttavia essendocene pochi, la quantità finale assorbita è meno rispetto agli altri comuni della Valle, che come mostrato nell'estratto della carta 8, rientra nella classe 0 – 1 324. Di conseguenza, anche il valore economico è tra i più bassi di quelli dell'area di studio.

La *tabella 4.2.13* indica l'equivalente quantità di CO<sub>2</sub> sottratta dai boschi di Alba, riassume i dati sullo stoccaggio e i valori calcolati per il servizio regolativo, facendo un confronto con quelli dell'intera Valle Tanaro. Interessante notare che Alba, pur rappresentando l'1% del territorio del bacino, contribuisce al 29% alle emissioni, ma le sue sole foreste assorbono annualmente quasi nulla in termini assoluti.

**Tabella 4.2.13** - Riassunto sui valori di emissione ed assorbimento di anidride carbonica. Confronto tra Valle Tanaro e Alba.

|                     | Superficie [ha] | Valore medio di Carbonio organico assorbito [t/ha/anno] | Carbonio assorbito [t/anno] | CO <sub>2</sub> assorbita [t/anno] | Valore economico [€/anno] |
|---------------------|-----------------|---|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>VALLE TANARO</b> | 91.381          | 71,64   | 7.357.274                   | 27.001.197                         | 115.025.098               |
| <b>ALBA</b>         | 517             | 66,93   | 36.501                      | 133.958                            | 570.663                   |

Fonte: elaborazione propria.

#### 4.2.2 L'assorbimento di PM<sub>10</sub>

Il particolato è uno degli inquinanti più nocivi sprigionato in atmosfera, causa di gravi danni alla salute. La natura contribuisce a migliorare la qualità dell'aria grazie alle piante che, come per l'anidride carbonica, sono in grado di assorbire anche particelle del particolato fine, PM<sub>10</sub> (Schirpke, et al, 2014). Essendo un servizio rilevante, lo si è incluso nella valutazione dell'indicatore regolativo attraverso un procedimento simile a quello utilizzato per il sequestro di carbonio.

#### 4.2.2.1 Il metodo

Un riferimento per l'analisi dell'assorbimento del PM<sub>10</sub> è stato il progetto “LIFE+ Making Good Nature” (Schirpke et al, 2014). A differenza di quanto è stato fatto per il sequestro di carbonio, non sono stati utilizzati dati sull'assorbimento proprio di ogni specie forestale, ma la stima utilizza coefficienti medi espressi in kg/ha, riferiti alle classi di copertura Corine Land Cover (Beckett et al, 2000).

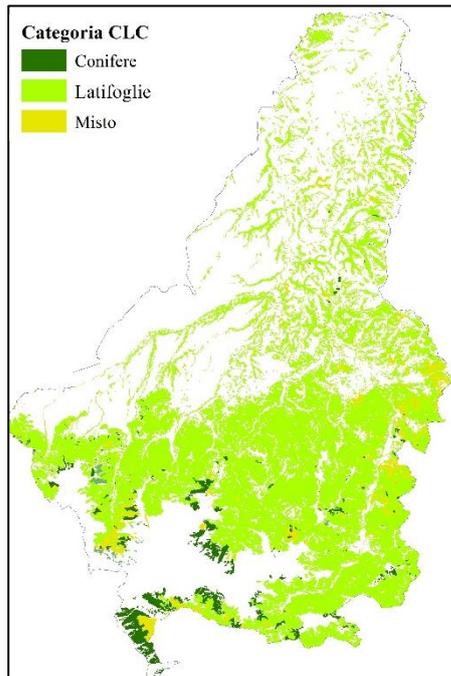


Figura 4.2.14 - Boschi di latifoglie, conifere e misti. Fonte: elaborazione su ArcGis.

Come prima cosa, si è suddivisa l'area forestale della Valle Tanaro secondo le Class Land Cover, che indica la 311 per le latifoglie, 312 per le conifere e 313 per il bosco misto e se ne è calcolata l'estensione in ettari. La figura 4.2.14 mostra l'estensione delle tre tipologie di bosco da cui emerge la prevalenza delle latifoglie, che occupano 82.103 ha, contro i 4.428 ha delle conifere e i 4.850 ha del bosco misto. Il passo successivo è stato attribuire alle aree i coefficienti medi di assorbimento, ricavati dal progetto LIFE+, tratti a sua volta dai dati in letteratura di Beckett, Nowak ed Escobado

(Beckett et al, 2000):

- 160 kg/ha per le latifoglie;
- 490 kg/ha per le conifere;
- 325 kg/ha per il bosco misto.

All'interno del report, viene specificato che queste indicazioni non considerano il contributo degli arbusteti, che non erano stati considerati neppure nell'analisi precedente. Moltiplicando i valori unitari per gli ettari di bosco corrispondenti, si è ottenuta la quantità totale annuale di particolato assorbita dalle foreste.

Riguardo al prezzo utilizzato per calcolare il valore economico, si è fatto riferimento allo studio di Nowak che, attraverso il metodo dei costi evitati, stima una media di 4.828 €/t di PM<sub>10</sub> emessi, pari ai costi sociali (Bond et al, 2008).

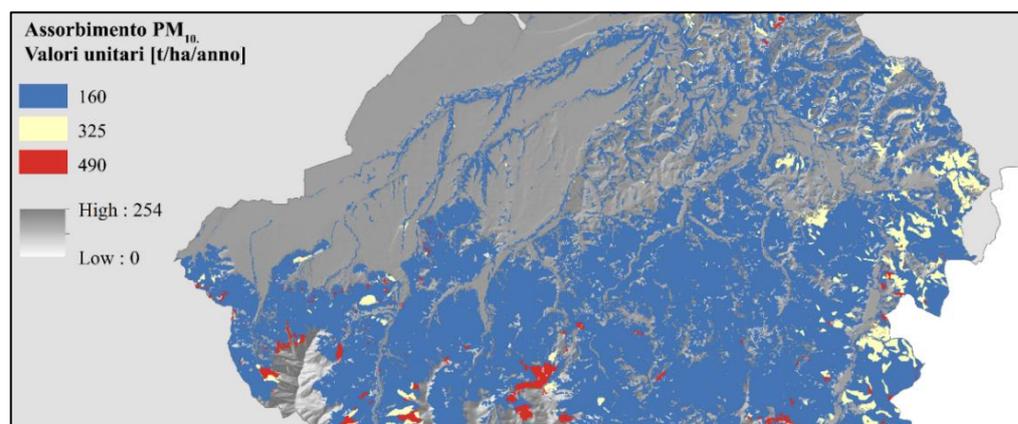
#### 4.2.2.2 I risultati e il calcolo delle emissioni dei comuni

La *tabella 4.2.15* riassume i risultati della valutazione. In termini unitari (carta 9, *figura 4.2.16*), le conifere hanno un coefficiente alto di assorbimento, ma essendocene un'area poco estesa, assorbono in totale meno kg di PM<sub>10</sub>, e anche il valore economico assoluto è più basso di quello delle latifoglie. In entrambi i casi, sia per i valori unitari sia per quelli assoluti, si sono individuate tre classi avendo solamente tre coefficienti di assorbimento. Per i valori unitari espressi in €/ha/anno, le conifere superano le altre tipologie. Le carte 10 e 11 (*figura 4.2.17 e 4.2.18*) riportano la mappatura dei valori economici, confrontando le grandezze in termini unitari e assoluti.

**Tabella 4.2.15** - Riassunto dei risultati.

| TIPO BOSCO    | AREA [ha]     | COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO [kg/ha] | QUANTITA' ASSORBITA [kg] | PREZZO UNITARIO [€/t] | VALORE ECONOMICO [€/anno] | VALORE ECONOMICO UNITARIO [€/ha/anno] |
|---------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Latifoglie    | 82.103        | 160                                  | 13.136.480               | 4.828                 | 63.425.815                | 773                                   |
| Conifere      | 4.428         | 490                                  | 2.169.720                | 4.828                 | 10.475.885                | 2.366                                 |
| Misto         | 4.850         | 325                                  | 1.576.227                | 4.828                 | 7.610.369                 | 1.569                                 |
| <b>TOTALE</b> | <b>91.381</b> |                                      | <b>16.882.427</b>        | <b>14.485</b>         | <b>81.512.070</b>         | <b>4.708</b>                          |

Fonte: elaborazione propria.



*Figura 4.2.16* - Estratto della carta 9.

Come ultimo passaggio è stata stimata l'emissione di PM<sub>10</sub> dei singoli comuni, utilizzando i dati dal sito <http://www.sistemapiemonte.it/fedwinemar/viewer>. A differenza dell'anidride carbonica, per il PM<sub>10</sub> è importante considerare anche la vicinanza delle foreste alle città e quindi il sistema meteorologico riferito alla qualità dell'aria. Il metodo seguito per stimare le emissioni dei singoli comuni è stato il medesimo di quello utilizzato per il sequestro di carbonio, quindi per ogni paese sono stati raggruppati i dati di emissione del particolato per macro-settori. La carta 12 (*figura 4.2.19*) mostra le emissioni totali, per le quali sono state individuate cinque classi. I

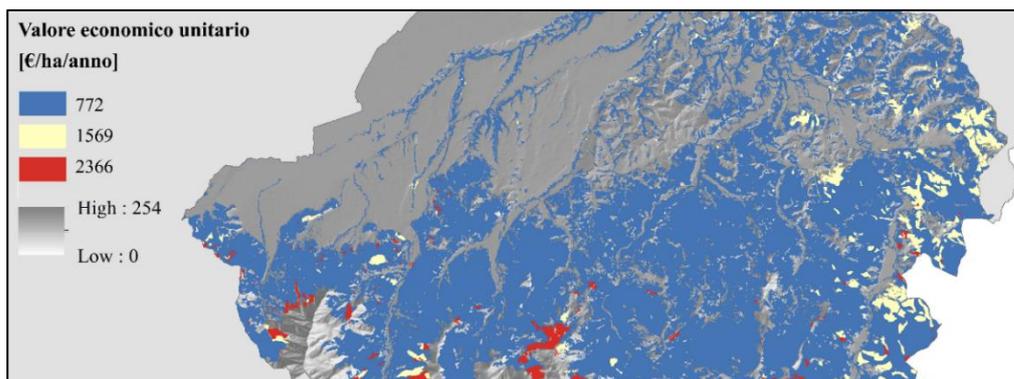


Figura 4.2.17 - Estratto della carta 10.

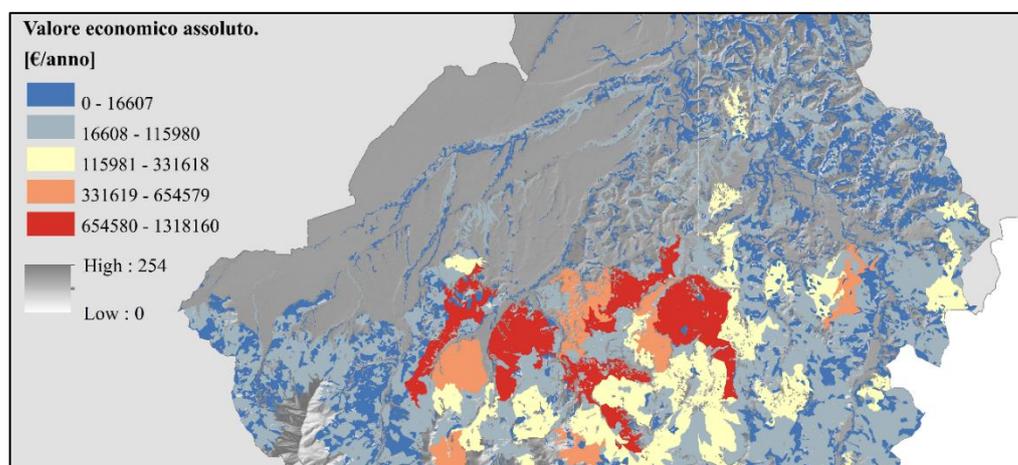


Figura 4.2.18 - Estratto della carta 11.

comuni che ricadono in quelle più alte sono 27, che sprigionano dalle 19 alle 114 t/anno, mentre quelli meno inquinanti appartenenti alle prime due serie sono 51, e rilasciano in atmosfera fino a un massimo di 10 t/anno di particolato. Nella classe intermedia (11 – 18 t/anno) ne rientrano 12.

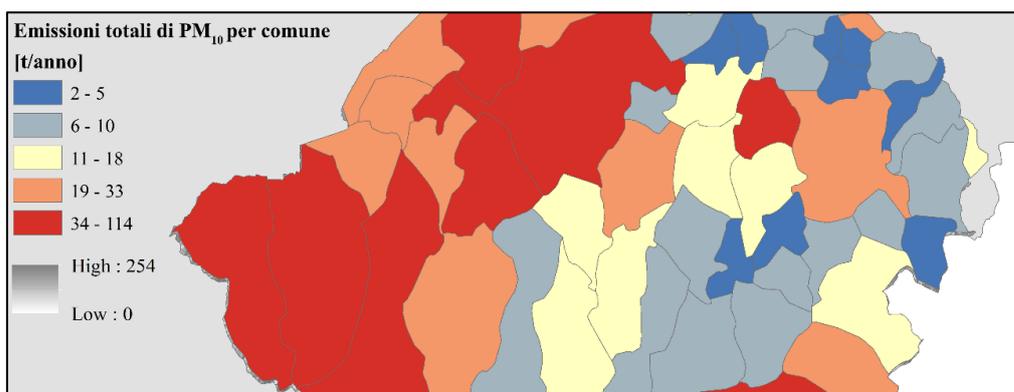


Figura 4.2.19 - Estratto della carta 12.

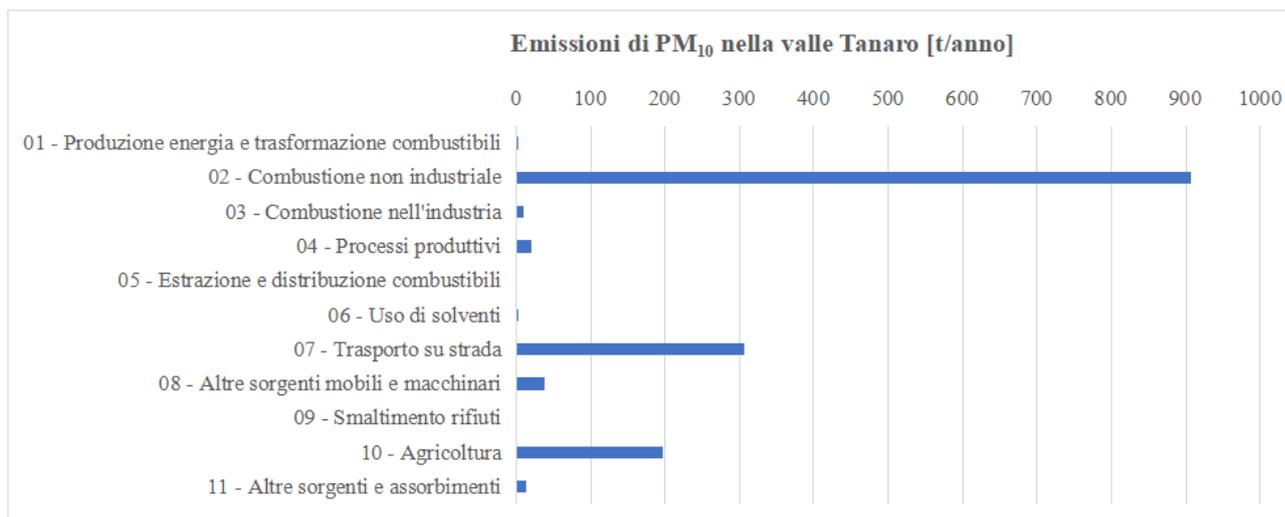


Figura 4.2.20 - Grafico sulle emissioni totali di PM<sub>10</sub>.  
Fonte: elaborazione propria.

Dal grafico in figura 4.2.20, che mostra il dato globale, si evince che il settore più inquinante è quello della combustione non industriale che arriva ad emettere quasi 1.800 tonnellate all'anno, seguito da quello dei trasporti con 571 t/anno. Nella carta 13, figura 4.2.21, è visibile la mappatura delle emissioni per tali macrosettori.

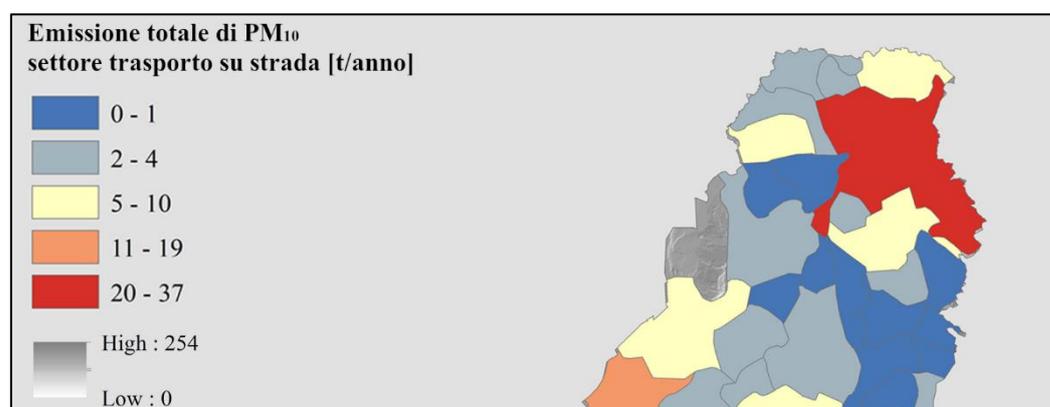


Figura 4.2.21 - Estratto della carta 13.

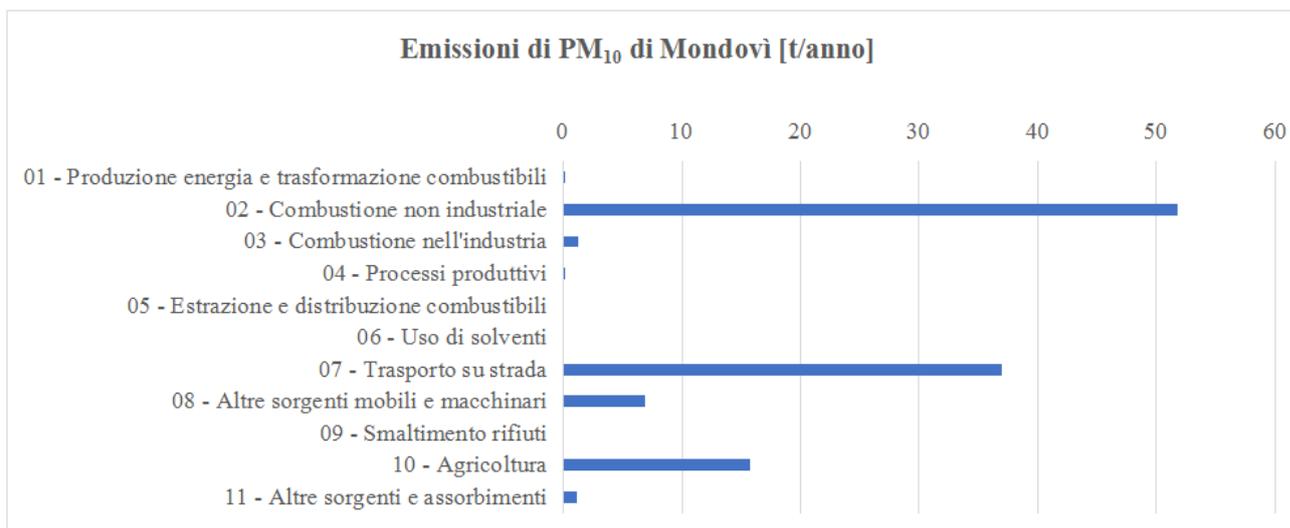
Per quanto riguarda la combustione non industriale, i comuni che rilasciano più di 20 t/anno di PM<sub>10</sub> sono 10, mentre quelli meno inquinanti delle prime due classi sono 68. La categoria intermedia infine è popolata da 13 paesi. Analizzando il settore trasporti, i comuni più inquinanti (ultime due classi) sono 5, mentre 71 sono i meno incidenti. Confrontando quanto viene emesso e quanto assorbito ne risulta un bilancio positivo, con uno scarto di 14.681 t/anno (tabella 4.2.22).

**Tabella 4.2.22** – Riassunto sulle emissioni di  $PM_{10}$ .

| <b>PM<sub>10</sub> assorbiti</b><br><b>[t/anno]</b> | <b>PM<sub>10</sub> emessi</b><br><b>[t/anno]</b> | <b>Differenza</b> |
|---|--|-------------------|
| 16.882  | 1.496  | 15.386            |

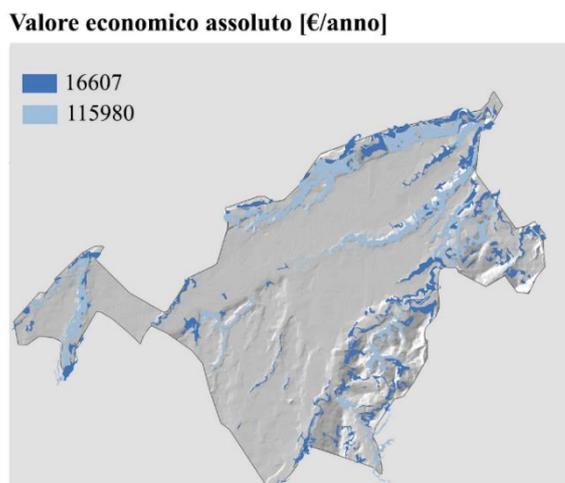
Fonte: elaborazione propria.

Di tutti i comuni, Mondovì è quello che all'anno emette più tonnellate di  $PM_{10}$ , 114 t/anno. Il grafico in *figura 4.2.23* riporta queste informazioni e la carta 14 (*figura 4.2.24*) la mappatura di approfondimento del comune. Anche in questo caso i settori più incidenti sono quelli della combustione non industriale con 52 t/anno, e quello dei trasporti con 37 t/anno. Mondovì ha un territorio boscato di 1.455 ha e può assorbire 233 t/anno di  $PM_{10}$  quindi il bilancio emissione/assorbimento in questo caso risulta positivo.



*Figura 4.2.23* - Grafico sulle emissioni totali di  $PM_{10}$  per Mondovì.

Fonte: elaborazione propria.



*Figura 4.2.24* - Estratto della carta 14.

### 4.3 La funzione regolativa-protettiva

Le foreste proteggono dai pericoli naturali, quali frane, valanghe, alluvioni e erosione del suolo, beneficiando non solo l'area boscata, ma anche le pianure, di cui vengono protetti gli insediamenti, i manufatti, le infrastrutture e le aree agricole. Al fine di garantire la continuità di questo importante servizio, è necessario prevedere azioni di miglioramento, cura e gestione delle superfici forestali, evitandone l'abbandono. Le attività antropiche impattano spesso negativamente sull'ecosistema foresta, compromettendone la funzione difensiva.

L'analisi seguente ha considerato l'azione di difesa dall'erosione e dal dissesto idrologico. Prima di procedere con la valutazione, si è analizzata l'area rispetto ai pericoli naturali (carta 15 e carta 16), individuando la zona di allertamento.

L'area studio comprende il bacino di allertamento della Valle Tanaro che, secondo la carta d'uso del suolo, ricade soprattutto nella quarta e sesta classe. Mentre il territorio a ovest appartiene alla terza e prima classe. La quarta include i "suoli con molte limitazioni che restringono la scelta delle colture agrarie e richiedono specifiche pratiche agronomiche"; la sesta, invece i "suoli con limitazioni molto forti, il loro uso è ristretto al pascolo e al bosco". La prima e la terza infine non definiscono molte limitazioni (Regione Piemonte, 2007).

Nella carta 16 (*figura 4.3.1*) sono riportate le indicazioni sul pericolo franoso presente nell'area, distinguendo tra frana attiva, quiescente e stabilizzata. La superficie forestale di frana stabilizzata è di 1.035 ha; quella di frana quiescente 11.485.43 ha; e quella di frana attiva 5.341 ha. Sul territorio sono presenti inoltre 900 punti di area attiva e 34 di frana quiescente. Le aree sottoposte al pericolo valanghivo si suddividono in base alla pericolosità in elevata, molto elevata e media moderata. Quelle con pericolosità elevata coprono un territorio di 1.034 ha; quelle a pericolosità molto elevata 4.902 ha, quelle con pericolosità media moderata 372 ha (carta 16).

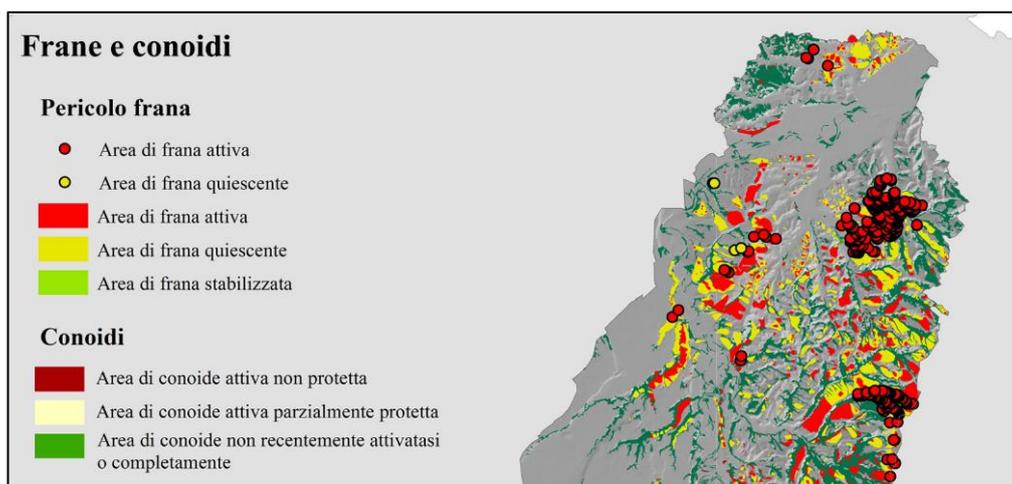


Figura 4.3.1 - Estratto della carta 16.

#### 4.3.1 La protezione dall'erosione. Il metodo e i risultati

Di seguito si espone il metodo utilizzato per valutare la protezione dall'erosione i cui danni hanno un alto costo economico, il che sottolinea l'importanza di questo ruolo difensivo. Considerando il lavoro svolto dal progetto LIFE+ (Schirpke et al, 2000), si è proceduto suddividendo il ruolo protettivo in più componenti, calcolando un valore per:

- la difesa dagli eventi franosi;
- la difesa dagli eventi valanghivi;
- la difesa dall'erosione del suolo.

La difesa dalle frane è stata stimata a partire dai dati sul rischio di frana e conoidi, disponibili sul Geoportale Piemonte. Le zone a rischio frana sono state individuate e suddivise in tre classi di stabilità: aree di frana quiescente, attiva e stabilizzata. Le regioni di conoide sono state distinte in: conoide non recentemente attivatasi, conoide attiva non protetta e conoide attiva parzialmente protetta. Innanzitutto, sono state selezionate le aree franose boscate dell'area oggetto di studio, riconducendo le diverse classi di pericolo a due sole, quelle ad alto rischio idrogeologico e quelle a moderato, delle quali se ne è calcolata l'estensione in ettari (Schirpke et al, 2014). Risulta che la superficie con alto rischio idrogeologico è pari a 17.081 ha, di cui quella boscata è pari a 7.325 ha; mentre la seconda è di 1.536 ha, di cui 691 ha di foresta (carta 17, figura 4.3.2).

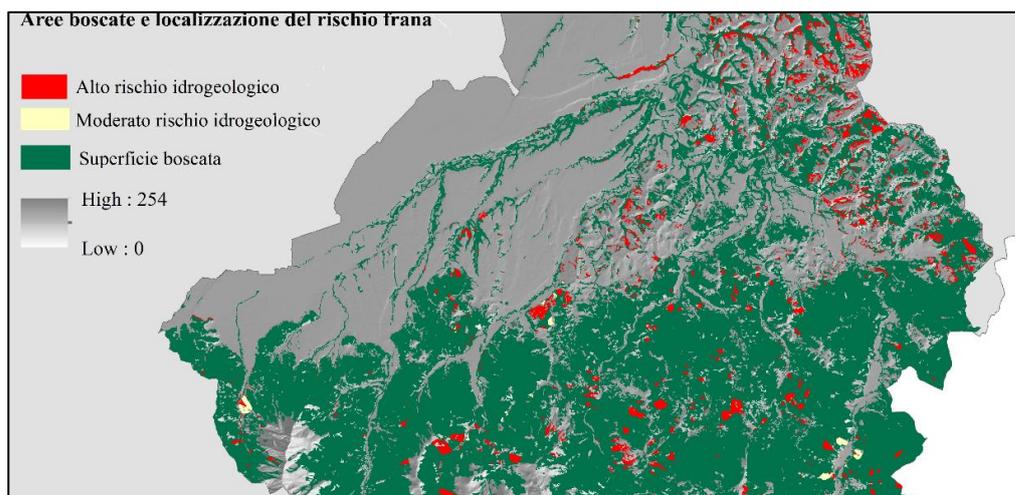


Figura 4.3.2 - Estratto della carta 17.

La valutazione economica è stata fatta applicando alle aree suddette un costo di sostituzione, desunto da precedenti studi in merito (Notaro & Paletto, 2012). L'importo è espresso in €/ha ed è aggiornato al 2012:

- alle aree ad alto rischio corrisponde un prezzo di 254 €/ha;
- alle aree a rischio moderato 160 €/ha.

Risulta quindi un valore finale di **1.862.528 €/anno** per le superfici della prima classe e di **110.463 €/anno** per quelle della seconda. La *tabella 4.3.3* riassume i risultati di questo indicatore e la carta 18 (*figura 4.3.4*) i risultati mappati.

Tabella 4.3.3 - Riassunto sul valore protettivo da eventi franosi.

| RISCHIO FRANA                  | AREA a rischio frana [ha] | AREA boscata a rischio frana [ha] | COSTO di sostituzione [€/ha/anno] | VALORE ECONOMICO [€/anno] |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| alto rischio idrogeologico     | 17.081                    | 7.325                             | 254                               | 1.862.528                 |
| moderato rischio idrogeologico | 1.536                     | 691                               | 160                               | 110.463                   |
| <b>TOTALE</b>                  |                           | 8016                              |                                   | 1.972.991                 |

Fonte: elaborazione propria.

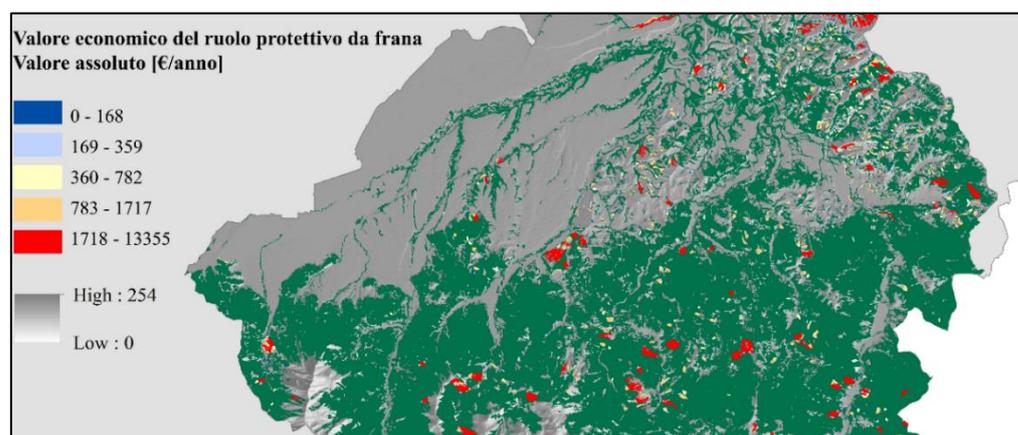


Figura 4.3.4 - Estratto della carta 18.

Il valore economico è stato suddiviso in cinque classi, in cui la più bassa comprende 649 ha; la più alta invece 3.337 ha, ossia quelle che prevedono un rischio idrogeologico maggiore; infine le due classi intermedie, 360-1.717, racchiudono 3.221 ha.

Allo stesso modo si è proceduto per considerare il ruolo difensivo rispetto al pericolo valanghivo. I dati sulla localizzazione del pericolo sono stati intersecati con le aree boscate e in questo caso, il costo di sostituzione pari a 609 €/ha è unico per qualsiasi grado di rischio (Schirpke et al, 2014). La zona boscata a rischio valanga si estende per 3.789 ha (carta 19, figura 4.3.5), per la quale il valore economico risulta di **2.307.084 €/anno** (carta 20, figura 4.3.6) e la tabella 4.3.7 riassume i risultati. Il valore economico è stato categorizzato in cinque classi, di cui la più alta racchiude 1.148 ha, il 30% della superficie boscata a rischio. La superficie con un valore più basso è pari a 438 ha.

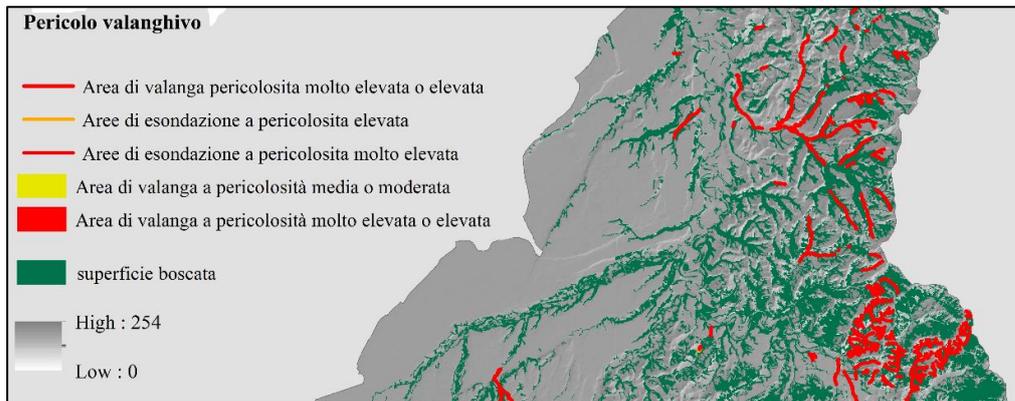


Figura 4.3.5 - Estratto della carta 19.



Figura 4.3.6 - Estratto della carta 20.

Tabella 4.3.7 - Valore di difesa dal pericolo valanghivo.

| AREA a rischio valanga [ha] | AREA boscata a rischio valanga [ha] | COSTO di sostituzione [€/ha/anno] | VALORE ECONOMICO [€/anno] |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 7.083                       | 3.789                               | 609                               | 2.307.084                 |

Fonte: elaborazione propria.

Come ultimo servizio della funzione protettiva è stato calcolato quello dell'erosione del suolo, ossia la capacità di far fronte all'erosione idrica superficiale, grazie alla copertura della chioma, alla funzione delle radici e quella della lettiera (Schirpke et al, 2014). Il valore della difesa dall'erosione è determinato da due componenti, il rischio di erosione e l'efficacia della copertura. La carta dell'erosione reale del suolo della Regione Piemonte stima l'erosione attraverso uno dei modelli più utilizzati a livello mondiale, proposto dalla Universal Soil Loss Equation (USLE) nel 1978 da Wischmeier e Smith, poi integrato nella RUSLE, Revisited Universal Soil Loss Equation, di Renard nel 1997. La formula utilizzata è la seguente:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C$$

con

A: suolo asportato dall'erosione idrica (t·ha-1·anno-1);

R: erosività delle precipitazioni (MJ·mm·h-1·ha-1·anno-1);

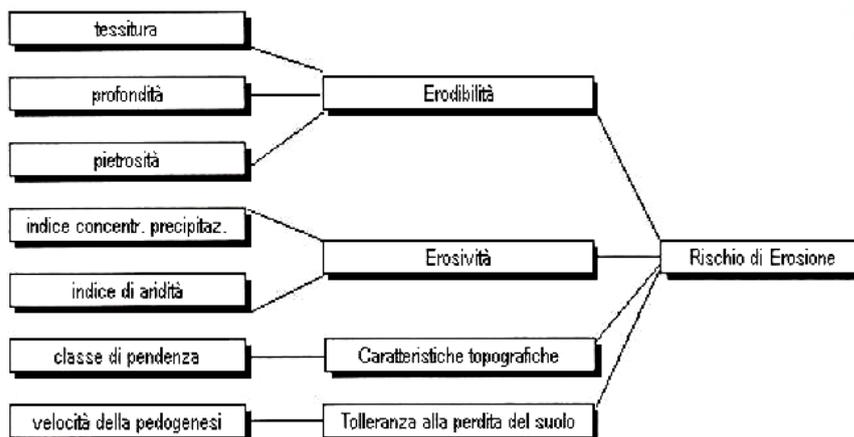
K: erodibilità del suolo, che è la perdita di suolo per unità di R (t·h·MJ-1·mm-1);

L: lunghezza del versante (adimensionale);

S: pendenza del versante (adimensionale);

C: copertura del suolo (adimensionale).

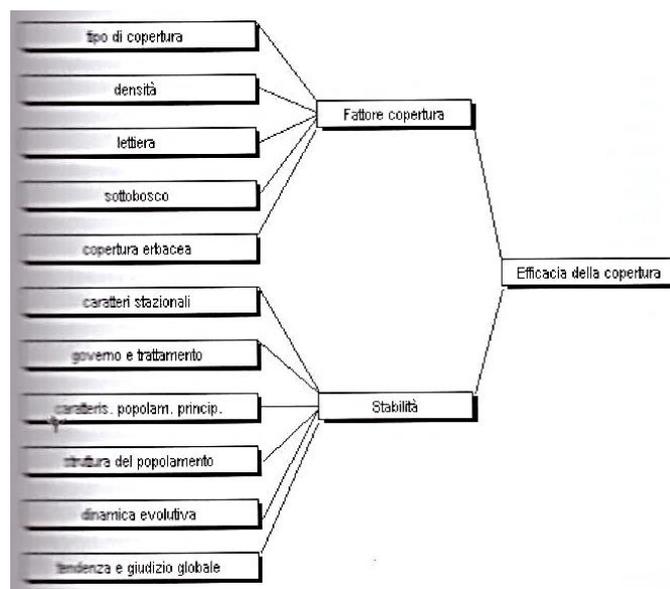
Quelle elencate sopra sono le componenti del rischio di erosione, schematizzate dal grafico in *figura 4.3.8* (Brun & Furlan, 1998).



*Figura 4.3.8 - Schema delle componenti del rischio di erosione.*  
 Fonte: Brun & Furlan, 1998: 44.

L'erosività della pioggia R è legata all'intensità istantanea di pioggia, che quantifica l'effetto dell'impatto delle gocce e la quantità e la velocità di deflusso associato alla

pioggia (Giovannozzi, et al, non datato). Il calcolo di R utilizza i dati pluviometrici di durata 30 minuti o meno. L'erosibilità, ossia il fattore K, considera tessitura, profondità e pietrosità del suolo ed è calcolata attraverso un apposito nomogramma. L'efficacia della copertura del suolo è determinata dal fattore C che esprime il rapporto tra la perdita di suolo in presenza di una determinata coltura, e l'erosione che si ottiene dalla parcella standard con suolo nudo (Brun & Furlan, 1998). Il grafico in *figura 4.3.9* sintetizza il parametro C.



*Figura 4.3.9 - Schema delle componenti dell'efficacia della copertura.*  
 Fonte: Brun & Furlan, 1998: 49.

Analizzando la carta del rischio di erosione reale del suolo (carta 21, *figura 4.3.10*), si evince che la maggior parte del territorio (a prescindere dal fatto che l'area sia o meno boscata), ricade nella prima classe con un rischio basso. Invece la porzione minore, 25.109 ha, ricade nella terza serie. A partire da questa carta, si è stimato il servizio protettivo attraverso l'erosione potenziale evitata, definendo cioè la differenza tra le aree forestali e non, ricadenti nella stessa classe di pendenza (Schirpke et al, 2014). Si sono considerati i boschi al netto di quelli conteggiati già per la protezione da eventi franosi e valanghivi.

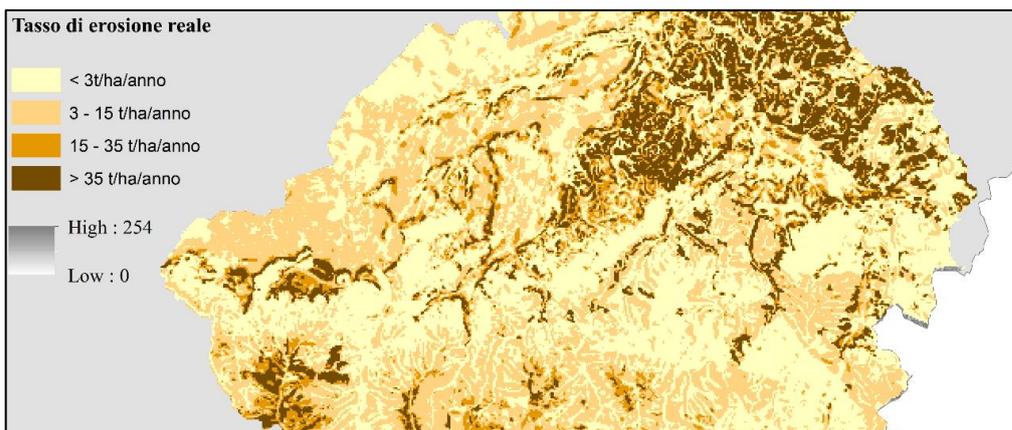


Figura 4.3.10 - Estratto della carta 21.

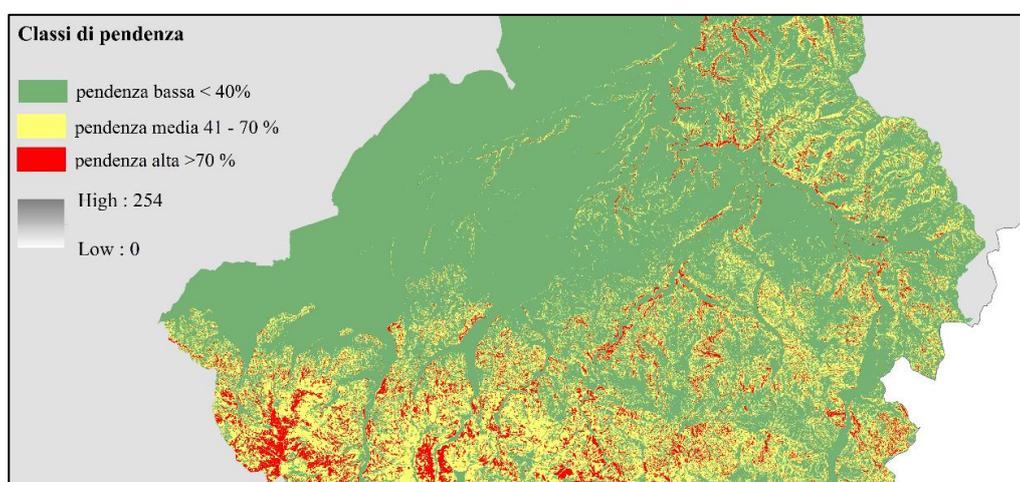


Figura 4.3.11 - Estratto della carta 22.

Pertanto, si è prodotta su ArcGis la carta delle pendenze (carta 22, figura 4.3.11), secondo tre classi, quella inferiore al 40%, la classe media tra il 40 e il 70% e quella alta con valori superiori al 70%. Questa scelta è stata fatta considerando che gli interventi sostitutivi di ingegneria naturalistica vengono generalmente distinti secondo tali gruppi. Nel primo caso non si ritiene necessario alcun tipo di intervento, nel secondo in genere si procede con idrosemina con MULCH e infine, in presenza di elevate pendenze si interviene con la palificata viva a doppia parete. Per ognuna di queste pendenze si sono selezionate le aree boscate e non, individuando il rispettivo rischio di erosione potenziale in termini unitari (t/ha/anno) e assoluti (t/anno). Dalla differenza dei due risultati delle aree si ottiene il rischio di erosione evitato (carta 23, figura 4.3.12), da cui si è potuto determinare l'apporto difensivo delle foreste. Avendo quindi il dato della densità media del suolo, pari a  $1,4 \text{ t/m}^3$ , si è ottenuto il volume di erosione potenziale evitata, dividendo la differenza

prima trovata per la densità. Questo risultato è stato moltiplicato per il costo di ripristino di 41 €/m<sup>3</sup>, desunto dagli studi fatti sul tema (Schirpke et al, 2014).

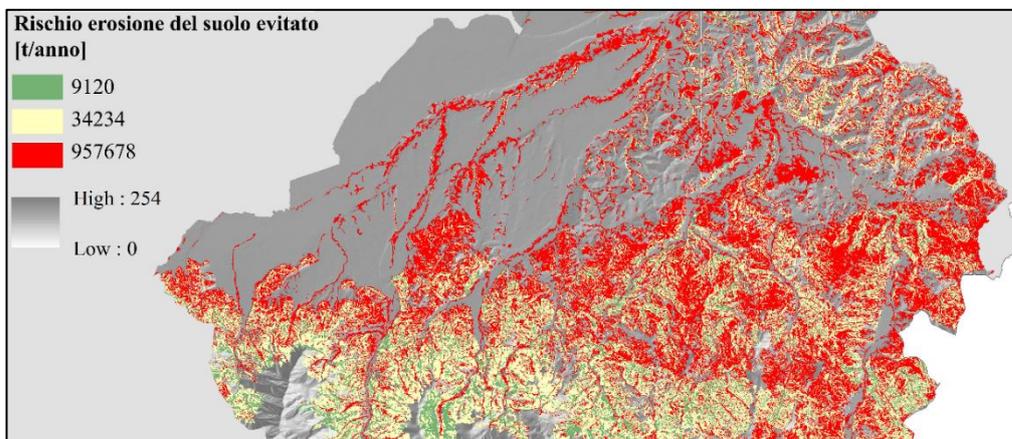


Figura 4.3.12 - Estratto della carta 23.

Di seguito, la *tabella 4.3.14* riassume le operazioni, distinguendo per classe di pendenza. La somma dei tre valori parziali è pari a 29.315.954 €/anno, che corrisponde al valore economico della protezione dall'erosione, mostrato nella carta 24, *figura 4.3.13*.

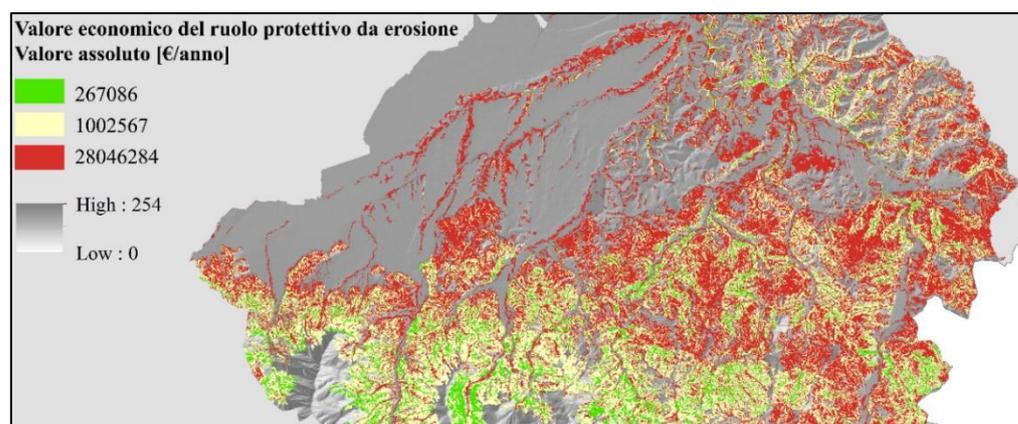


Figura 4.3.13 - Estratto della carta 24.

**Tabella 4.3.14** - Riassunto sul valore protettivo da erosione.

| <b>PENDENZA BASSA &lt;40%</b>                 | <b>aree boscate</b> | <b>aree non boscate</b> |
|---|---------------------|-------------------------|
| superficie [ha]                               | 39.314              | 91.406                  |
| rischio erosione potenziale medio [t/ha/anno] | 15,52               | 17,52                   |
| rischio erosione potenziale [t/anno]          | 368.959             | 1.326.636               |
| <b>RISCHIO POTENZIALE EVITATO [t/anno]</b>    | <b>957.678</b>      |                         |
| Volume [m <sup>3</sup> ]                      | 684.056             |                         |
| costo [€/m <sup>3</sup> ]                     | 41                  |                         |
| <b>VALORE ECONOMICO [€/anno]</b>              | <b>28.046.277</b>   |                         |
|   |                     |                         |
| <b>PENDENZA MEDIA 40 - 70%</b>                | <b>aree boscate</b> | <b>aree non boscate</b> |
| superficie [ha]                               | 36.844              | 16.090                  |
| rischio erosione potenziale medio [t/ha/anno] | 15,58               | 18,50                   |
| rischio erosione potenziale [t/anno]          | 335.847             | 301.613                 |
| <b>RISCHIO POTENZIALE EVITATO [t/anno]</b>    | <b>34.234</b>       |                         |
| Volume [m <sup>3</sup> ]                      | 24.453              |                         |
| costo [€/m <sup>3</sup> ]                     | 41                  |                         |
| <b>VALORE ECONOMICO [€/anno]</b>              | <b>1.002.578</b>    |                         |
|   |                     |                         |
| <b>PENDENZA ALTA &gt;70%</b>                  | <b>aree boscate</b> | <b>aree non boscate</b> |
| superficie [ha]                               | 10.620              | 5.007                   |
| rischio erosione potenziale medio [t/ha/anno] | 14,81               | 17,20                   |
| rischio erosione potenziale [t/anno]          | 104.740             | 95.620                  |
| <b>RISCHIO POTENZIALE EVITATO [t/anno]</b>    | <b>9.120</b>        |                         |
| Volume [m <sup>3</sup> ]                      | 6.515               |                         |
| costo [€/m <sup>3</sup> ]                     | 41                  |                         |
| <b>VALORE ECONOMICO [€/anno]</b>              | <b>267.099</b>      |                         |

Fonte: elaborazione propria.

Infine, considerando i tre apporti, protezione da frana, dalle valanghe e dall'erosione del suolo si ottiene un valore finale pari a **33.596.029** (tabella 4.3.15).

**Tabella 4.3.15** - Riassunto sulla funzione protettiva da dissesti idrogeologici.

| <b>PROTEZIONE</b>         | <b>VALORE economico [€/anno]</b> |
|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Eventi franosi</b>     | 1.972.991                        |
| <b>Eventi valanghivi</b>  | 2.307.084                        |
| <b>Erosione del suolo</b> | 29.315.954                       |
| <b>TOTALE</b>             | <b>33.596.029</b>                |

Fonte: elaborazione propria.

### 4.3.2 La protezione idrologica. Il metodo e i risultati

Il secondo contributo protettivo delle foreste riguarda l'efficienza idrologica, con cui s'intende la capacità della vegetazione di intervenire nella regimazione dei deflussi di piena, ritenendo l'acqua. Esistono molti modelli per questo tipo di valutazione che richiedono dati specifici, calcoli approfonditi e il coinvolgimento di competenze diverse. Si è risolto in questo caso di utilizzare il metodo del progetto LIFE+ che definisce i volumi delle precipitazioni trattenuti secondo coefficienti d'infiltrazione distinti per tipo di copertura, ossia tassi di ritenzione tratti dalla letteratura (Schirpke et al, 2014). Si riporta la tabella in questione (tabella 4.3.16).

**Tabella 4.3.16 - Estratto con i tassi di ritenzione per copertura.**

Interception rates of selected vegetation types according to different data sources.

| Type of vegetation        | Interception |           |                           |           | Source                         |
|---------------------------|--------------|-----------|---------------------------|-----------|--------------------------------|
|                           | mm           |           | % of annual precipitation |           |                                |
|                           | Average      | Dimension | Average                   | Dimension |                                |
| Forests                   |              | 0.15-7.5  |                           |           | Kittredge (1948)               |
|                           |              | 0.3-7.5   |                           |           | Zinke (1967)                   |
| Coniferous forests        | 3.9          | 0.3-7.6   |                           |           | Zinke (1967)                   |
|                           |              |           | 30                        |           | Tate (1996)                    |
|                           |              |           | 26                        |           | Carlyle-Moses and Price (2007) |
| Spruce forests            | 4.3          | 2-5.2     |                           |           | Nedyalkov and Raev (1988)      |
|                           |              |           | 29                        |           | Florov and Dimitrov (1968)     |
| Pine forests              | 1.8          | 0.9-4     |                           |           | Nedyalkov and Raev (1988)      |
|                           | 5.2          | 4.8-5.4   |                           |           | Polyakov et al. (2008)         |
| Deciduous forests         |              | 0.2-2     |                           |           | Zinke (1967)                   |
| Hardwoods                 | 4.8          | 0.5-9.1   | 13                        |           | Carlyle-Moses and Price (2007) |
| Eastern hardwood forest   |              |           | 13                        | 10.0-16.0 | Zinke (1967)                   |
|                           |              |           | 14                        |           | Tate (1996)                    |
| Beech forests             | 3.1 (2.9)    | 2.6-3.2   |                           |           | Florov and Dimitrov (1968)     |
|                           | 2.4 (1.9)    | 0.9-2.8   |                           |           | Polyakov et al. (2008)         |
| Oak forests               |              |           | 21                        |           | Polyakov et al. (2008)         |
| Litter                    | 5.8          | 0.5-11.2  |                           |           | Tate (1996)                    |
| Litter coniferous forests |              |           | 5                         |           | Zinke (1967)                   |
| Litter deciduous forests  |              |           | 3                         |           | Tate (1996)                    |
| Shrubs                    | 1            | 0.3-1.8   |                           |           | Zinke (1967)                   |
| Grasslands                | 1.5          | 1-1.5     |                           |           | Zinke (1967)                   |
|                           |              |           | 15                        | 10.0-20.0 | Tate (1996)                    |

Fonte: Schirpke et al, 2014: 38

Si è proceduto selezionando le specie forestali e assegnandogli l'indice di protezione idrologica espressa in mm (carta 25, figura 4.3.17). La maggior parte dell'area boscata, 623.359.457 metri quadrati, ha un indice di protezione pari a 5,2 mm corrispondente alle latifoglie. Il coefficiente più basso di 1,8 mm è posseduto da 11.506.213 m<sup>2</sup> di superficie boscata.

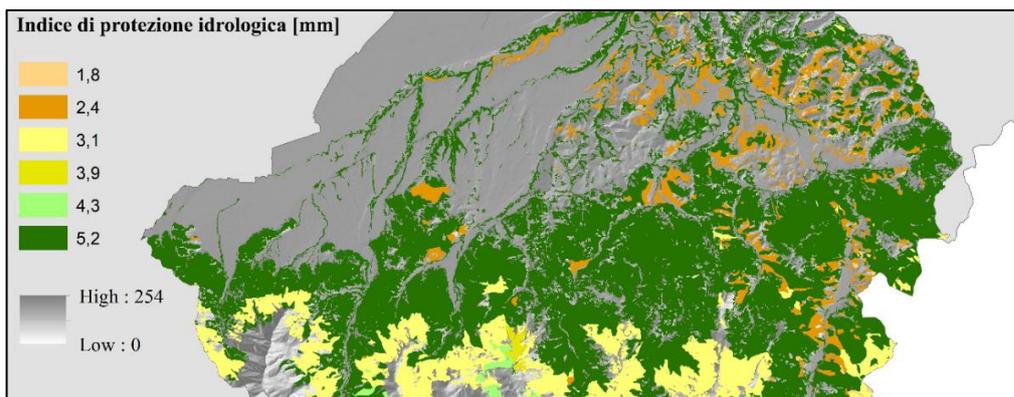


Figura 4.3.17 - Estratto della carta 25.

Le aree espresse in  $m^2$  sono state moltiplicate per i tassi, ottenendo i volumi di piogge trattenuti in metri cubi. La carta 26, figura 4.3.18, indica quest'ultimo dato suddiviso in cinque classi, di cui nella prima ricadono 28.131 ha di foresta. 44.237 ha sono invece in grado di trattenere dai 851 ai 8.342 metri cubi di pioggia. Nella categoria medio - alta (la quarta serie) ricade una superficie di 4.828 ha, mentre in quella intermedia sono compresi 11.196 ha.

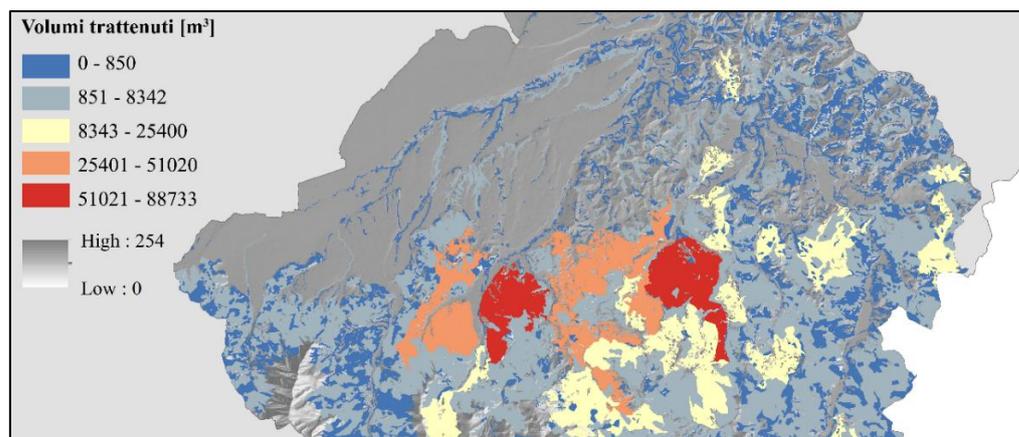
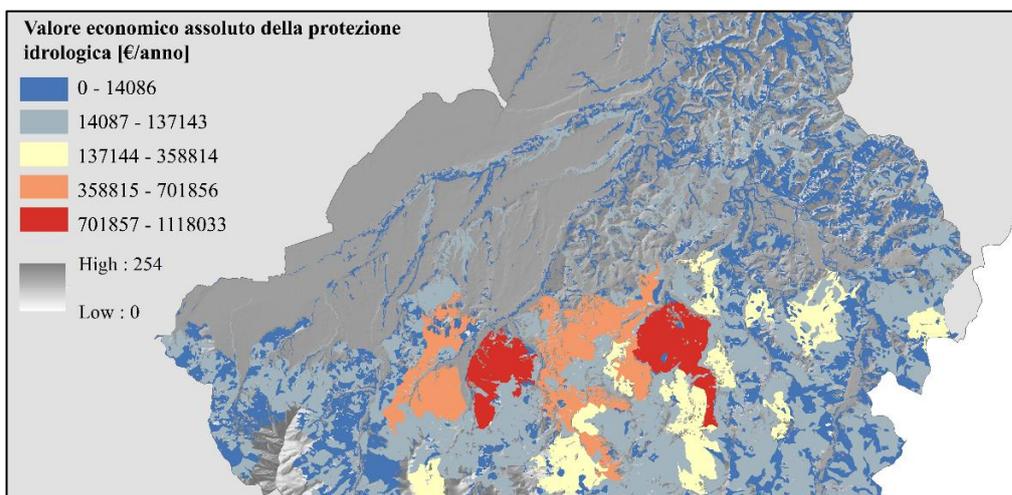


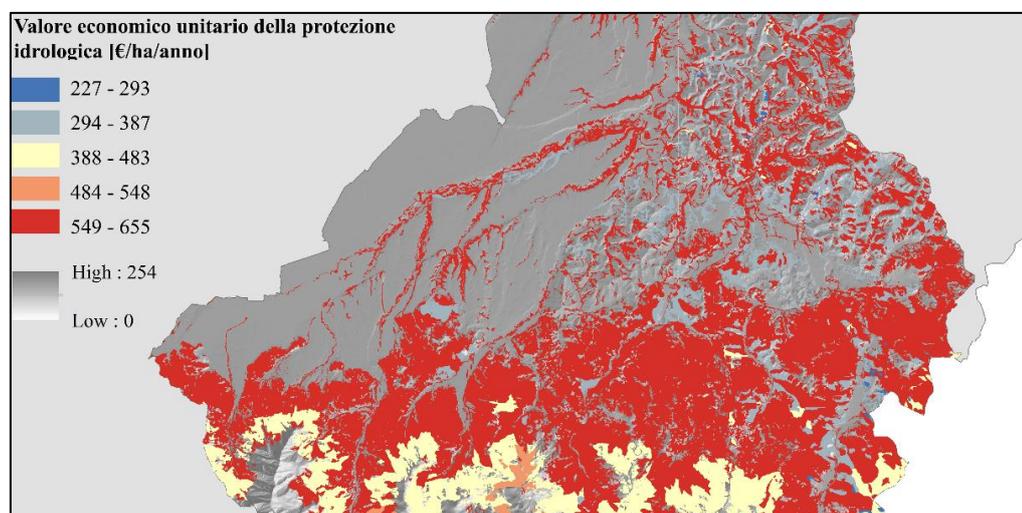
Figura 4.3.18 - Estratto della carta 26.

Al fine di monetizzare questo servizio, si è utilizzato un costo di surrogazione individuando una struttura di protezione in grado di svolgere la medesima funzione. Tra le opzioni di ingegneria naturalistica si è selezionato il bacino di laminazione che consiste in un serbatoio di piena o cassa di espansione, il cui costo dipende dal volume di acqua da trattenere (<http://www.2mpa.it/ingegneria-idraulica/bacini-di-laminazione-delle-piene/>). Il costo di sostituzione è stato desunto dal progetto LIFE + (2013) sulla valutazione dei servizi ecosistemici, pari a 12,6 €/m<sup>3</sup>, che applicato ai volumi trattenuti prima trovati ha restituito il valore economico attribuibile al servizio della protezione idrologica. Il valore

economico totale è pari a **51.790.366 €/anno**, la cui mappatura è visibile con la carta 27, *figura 4.3.19*, in termini assoluti, e con la carta 28, *figura 4.3.20*, in termini unitari. Osservando quest'ultima è possibile notare che la maggior parte dell'area boscata ricade nella classe più alta (549 – 655 €/ha/anno), precisamente 62.336 ha, ossia il 68%. La *tabella 4.3.21* riassume i risultati.



*Figura 4.3.19 - Estratto della carta 27.*



*Figura 4.3.20 - Estratto della carta 28.*

**Tabella 4.3.21 - Tabella riassuntiva sulla protezione idrologica.**

| TIPO foresta     | indice di protezione idrologica [mm] | indice di protezione idrologica [m] | area [m <sup>2</sup> ] | volumi trattenuti [m <sup>3</sup> ] | costo unitario del bacino di laminazione [€/m <sup>3</sup> ] | valore economico [€/anno] |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|
| Abetine          | 4,3                                  | 0,0043                              | 11.726.685             | 50.425                              | 12,6   | 635.352                   |
| Altre conifere   | 3,9                                  | 0,0039                              | 22.581.417             | 88.068                              | 12,6   | 1.109.651                 |
| Altre latifoglie | 5,2                                  | 0,0052                              | 623.359.457            | 3.241.469                           | 12,6   | 40.842.512                |
| Faggete          | 3,1                                  | 0,0031                              | 175.047.607            | 542.648                             | 12,6   | 6.837.360                 |
| Querceti         | 2,4                                  | 0,0024                              | 69.594.305             | 167.026                             | 12,6   | 2.104.532                 |
| Pinete           | 1,8                                  | 0,0018                              | 11.506.213             | 20.711                              | 12,6   | 260.961                   |
| <b>Totale</b>    |                                      |                                     | <b>902.088.999</b>     | <b>4.110.347</b>                    |  | <b>51.790.366</b>         |

*Elaborazione propria.*

## **4.4 La funzione di approvvigionamento**

Per la funzione produttiva/approvvigionamento si sono considerati due servizi ecosistemici, la fornitura di legname (ad uso energetico e per lavoro), e quella di alcuni prodotti non legnosi, nello specifico funghi e castagne.

### **4.4.1 I prodotti legnosi**

La funzione di approvvigionamento svolta dai boschi è molto importante e spesso quella più riconosciuta. Trattando prima quella dei prodotti legnosi, per individuare la quantità di massa prelevabile dalle foreste della Valle Tanaro si sono utilizzati i dati messi a disposizione dal SIFOR. Il sistema fornisce un applicativo per il calcolo della disponibilità legnosa, per province o per comuni del Piemonte, ed è stato elaborato sfruttando le informazioni dell'Inventario Forestale Regionale e dalla "Carta forestale e delle altre coperture del territorio". L'applicativo riporta i dati riferiti all'anno 2000, per un periodo di 15 anni, fornendo delle stime di masse prelevabili che sono cautelative rispetto a quanto viene indicato dal regolamento forestale vigente (Regione Piemonte, IPLA, non datato).

#### **4.4.1.1 Il metodo**

L'applicativo SIFOR fornisce i dati per aggregazioni delle categorie forestali definite secondo la *tabella 4.4.1*, riportate anche all'interno di ArcGis. Lo strumento permette di scegliere le aree da analizzare, selezionandole ad esempio per comune, per provincia, per tipo di intervento, restituendo le masse prelevabili espresse in tonnellate o metri cubi. Si è proceduto quindi selezionando i comuni di interesse, introducendo su ArcGis i volumi delle masse prelevabili ottenuti, suddividendo il legname per l'uso energetico e quello da lavoro. Considerando la definizione di bosco che è stata assunta, sono stati tolti dal calcolo le aree degli arbusteti e delle boscaglie per omogeneizzare i dati. La *figura 4.4.2* riassume i risultati sotto forma di tabella e di grafico.

**Tabella 4.4.1** - Estratto con le aggregazioni forestali utilizzate da SIFOR.

| AGGREGAZIONE CATEGORIA FORESTALE | DESCRIZIONE                              | CODICE |
|----------------------------------|--|--------|
| Formazioni igrofile              | Saliceti e pioppeti ripari               | SP     |
|                                  | Alneti planiziali e montani              | AN     |
| Castagneti                       | Castagneti                               | CA     |
| Faggete                          | Faggete                                  | FA     |
| Boschi di neoformazione          | Acero-tiglio-frassineti                  | AF     |
|                                  | Boscaglie pioniere e d'invasione         | BS     |
| Querceti e ostrieti              | Omo-ostrieto                             | OS     |
|                                  | Cerrete                                  | CE     |
|                                  | Querceti di rovere                       | QV     |
|                                  | Quercu-carpineti                         | QC     |
|                                  | Querceti di roverella                    | QR     |
| Robineti                         | Robineti                                 | RB     |
| Lariceti                         | Lariceti e cembrete                      | LC     |
| Abetine e peccete                | Peccete                                  | PE     |
|                                  | Abetine                                  | AB     |
| Pinete                           | Rimboschimenti                           | RI     |
|                                  | Pinete di pino silvestre                 | PS     |
|                                  | Pinete di pino montano                   | PN     |
|                                  | Pinete di pino marittimo                 | PM     |
| Arbusteti                        | Arbusteti planiziali collinari e montani | AS     |
|                                  | Arbusteti subalpini                      | OV     |

Fonte: Regione Piemonte, IPLA (non datato): 8.

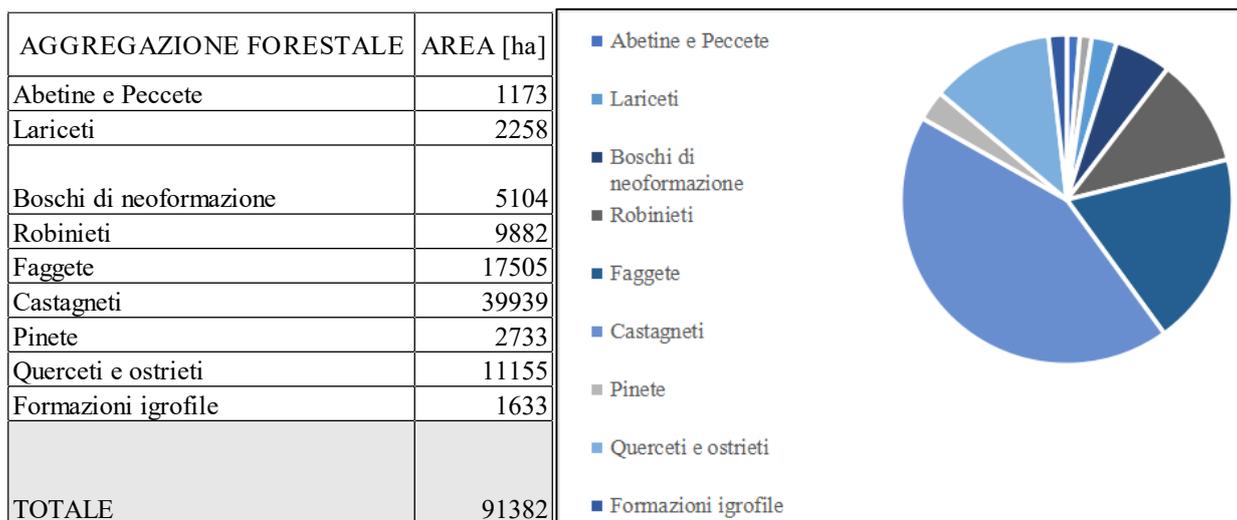


Figura 4.4.2 - Tabella e grafico indicante la superficie delle aggregazioni forestale.

Fonte: elaborazioni proprie secondo i dati della carta forestale.

La quantità prelevabile viene definita dal sistema SIFOR attraverso calcoli che considerano il tipo di intervento previsto per le specie forestali (tabella 4.4.3). I m<sup>3</sup> o tonnellate di massa prelevabile sono calcolati nel modo seguente e i risultati sono visibili nella tabella “disponibilità aggregate per intervento” (Regione Piemonte, IPLA, non datato).

**Tabella 4.4.3** - Estratto dal manuale utente del SIFOR.

| AGGREGAZIONE INTERVENTO   | INTERVENTO  | COD INTERVENTO |
|---------------------------|---|----------------|
| Cure Colturali            | Cure colturali  | CC             |
|                           | Ricostituzione boschiva, taglio fitosanitario o rinfoltimento | RB             |
| Diradamenti e conversioni | Diradamento e conversione                                     | DC             |
|                           | Conversione attiva  | CO             |
|                           | Gestione a ceduo composto                                     | CF             |
|                           | Diradamento   | DR             |
| Ceduazione                | Ceduazione  | CE             |
| Tagli di rinnovazione     | Trasformazione  | TR             |
|                           | Taglio a buche, a strisce, a fessura                          | TB             |
|                           | Taglio a scelta colturale                                     | SC             |
|                           | Tagli successivi adattati                                     | SU             |
| Evoluzione controllata    | Evoluzione controllata  | EC             |
| Evoluzione naturale       | Evoluzione naturale   | EN             |

Fonte: Regione Piemonte, IPLA (non datato): 4.

- Le superfici definite per i tipi di intervento sono moltiplicate per una provvigione media espressa in m<sup>3</sup>/ha, per individuare il valore della provvigione, ossia la massa totale degli alberi in piedi;

- la provvigione si moltiplica per indici di prelievo ricavabili da tabelle e distinti per categoria forestale, tipo di intervento e area protetta o meno. In questo modo viene ricavata la massa prelevabile in m<sup>3</sup> o tonnellate;

- infine, la massa prelevabile viene moltiplicata per un coefficiente di cippatura che trova la massa energetica. Il coefficiente è distinto per intervento e per categoria forestale.

Il sistema restituisce due tabelle, delle quali quella utilizzata per l'analisi è "assortimenti aggregati per categoria forestale". Poiché i dati si riferiscono a un periodo di 15 anni, i valori totali sono stati divisi per 15 per ottenere le medie annuali che sono state così aggregate:

- assortimenti per triturazione per usi energetici e industriali;
- legna da ardere;
- paleria e tondame per l'uso del legname da lavoro.

Dall'applicativo del SIFOR si sono estratti i dati delle masse prelevabili sia in tonnellate sia in metri cubi, considerando solo le aree accessibili. L'allegato 2 mostra i valori suddivisi per aggregazione forestale.

Avendo le masse prelevabili nelle due unità di misura, è stata svolta una ricerca sui prezzi del legname, consultando i prezzari regionali, le camere di commercio e il sito dell'ISTAT. Quest'ultimo fornisce i prezzi medi all'imposto del legname da lavoro e per

uso energetico, suddividendoli per specie e per provenienza geografica. E' stata condotta una ricerca tra le aziende del settore, in modo da fare un confronto e si è scelto infine di considerare i dati dell'ISTAT e della ricerca di mercato tra le aziende. L'allegato 3 riporta i risultati delle indagini fatte tra le camere di commercio, nello specifico quelle di Alessandria e Cuneo.

Le informazioni statistiche sono state elaborate in modo da ottenere un valore medio utile alla valutazione del servizio forestale. Nello specifico i prezzi per il tonnage da lavoro e per la legna da ardere erano riferiti all'intero Piemonte, mentre quelli per paleria e per uso energetico erano prezzi medi nazionali. Di seguito la *tabella 4.4.4* riassume il confronto tra le informazioni dell'ISTAT delle aziende, mentre in allegato 4 sono riportati i dati originari.

**Tabella 4.4.4 - Confronto prezzi ISTAT e dell'analisi di mercato.**

| FONTE                                    | ISTAT 2011 |                        | ANALISI DI MERCATO 2017 |
|--|------------|------------------------|-------------------------|
|  | Conifere   | Latifoglie             |                         |
| Prezzo per LEGNAME USO ENERGETICO        | Conifere   | 17,44 €/m <sup>3</sup> | 7,5 €/q                 |
|  | Latifoglie | 55,39 €/m <sup>3</sup> |                         |
| Prezzo per LEGNAME USO PALERIA           | Conifere   | 58 €/m <sup>3</sup>    | 14,62 €/q               |
|  | Latifoglie | 100 €/m <sup>3</sup>   |                         |
| Prezzo per LEGNAME USO TONDAME DA LAVORO | Conifere   | 53 €/m <sup>3</sup>    | 7,2 €/q                 |
|  | Latifoglie | 63 €/m <sup>3</sup>    |                         |
| Prezzo per LEGNA DA ARDERE               | Conifere   | 30 €/m <sup>3</sup>    | 10,5 €/q                |
|  | Latifoglie | 30 €/m <sup>3</sup>    |                         |

Fonte: elaborazione propria.

Ai fini della stima si è calcolato un valore medio tra i prezzi dell'ISTAT e quelli dell'analisi di mercato, questi ultimi convertiti in €/m<sup>3</sup>, mantenendo una distinzione tra specie delle conifere e quelle delle latifoglie (*tabella 4.4.5*).

**Tabella 4.4.5 - Riassunto sui prezzi medi utilizzati per la valutazione.**

|  | ISTAT 2011 [€/m <sup>3</sup> ] |            | ANALISI DI MERCATO [€/m <sup>3</sup> ] |            | PREZZO MEDIO [€/m <sup>3</sup> ] |
|--|--------------------------------|------------|--|------------|----------------------------------|
|  | Conifere                       | Latifoglie | Conifere                               | Latifoglie |                                  |
| Prezzo per LEGNAME USO ENERGETICO        | Conifere                       | 17         | Conifere                               | 50         | 34                               |
|  | Latifoglie                     | 55         | Latifoglie                             | 61         | 58                               |
| Prezzo per LEGNAME USO PALERIA           | Conifere                       | 58         | Conifere                               | 98         | 78                               |
|  | Latifoglie                     | 100        | Latifoglie                             | 118        | 109                              |
| Prezzo per LEGNAME USO TONDAME DA LAVORO | Conifere                       | 53         | Conifere                               | 48         | 51                               |
|  | Latifoglie                     | 63         | Latifoglie                             | 58         | 61                               |
| Prezzo per LEGNA DA ARDERE               | Conifere                       | mancante   | Conifere                               | 70         | 70                               |
|  | Latifoglie                     | mancante   | Latifoglie                             | 85         | 85                               |

Fonte: elaborazione propria dei dati ISTAT.

#### 4.4.1.2 I risultati

In totale risultano prelevabili 284.231 m<sup>3</sup> all'anno, corrispondenti a 348.294 tonnellate, di cui la maggior parte dai castagneti (238.718 m<sup>3</sup>); per quanto riguarda la massa energetica, il volume detraibile è pari a 103.605 m<sup>3</sup>/anno, ossia 110.514 tonnellate, di cui la maggior parte (90.021 m<sup>3</sup>) dai castagneti. Considerando l'uso del legname per lavorazioni, si distinguono due componenti tondame da lavoro e la paleria, mentre la legna da ardere è stata considerata separatamente. Per quest'ultima si può attingere per 56.759 m<sup>3</sup>/anno, per il tondame da lavoro 22.586 m<sup>3</sup>/anno e infine per la paleria 26.225 m<sup>3</sup>/anno (figura 4.4.6).

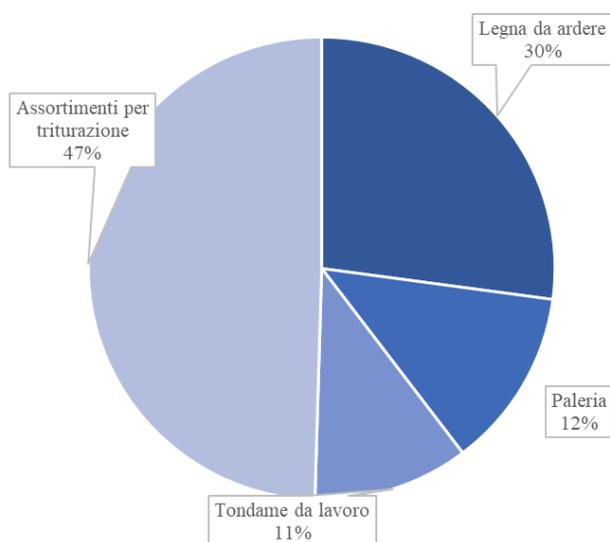


Figura 4.4.6 - Grafico con le percentuali di prelievo del legname all'anno, per i diversi usi.  
Fonte: elaborazione propria.

Nella carta 29, figura 4.4.7, è indicato il valore unitario espresso in m<sup>3</sup>/ha/anno di massa prelevabile, per la quale nella classe più alta ricadono 39.938 ha di bosco, mentre in quella più bassa 5.104 ha. Le successive mappe 30 (figura 4.4.8), 31 (figura 4.4.9), 32

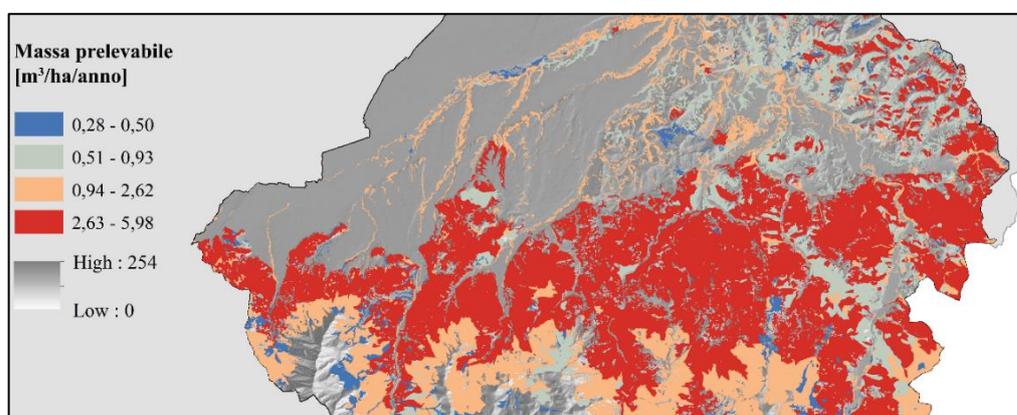


Figura 4.4.7 - Estratto della carta 29.

(figura 4.4.10) e 33 (figura 4.4.11) rappresentano, secondo lo stesso principio, i dati relativi ai possibili prelievi, distinguendo gli scopi di utilizzo.

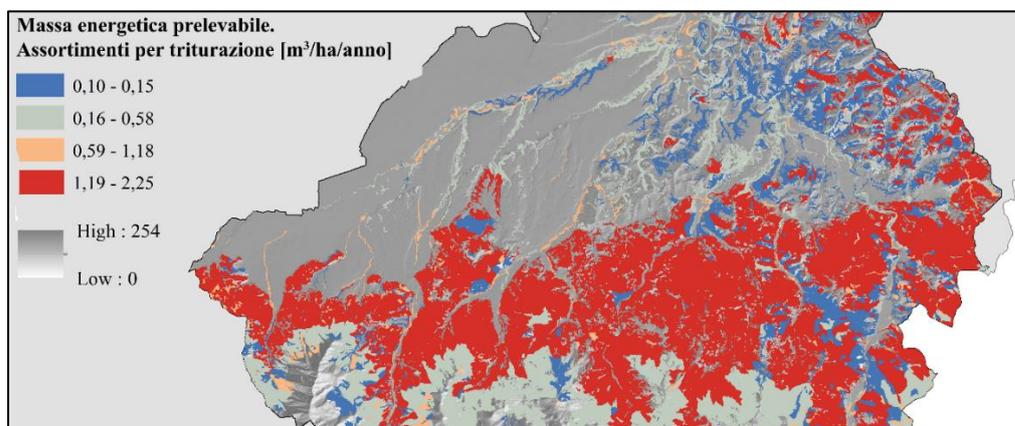


Figura 4.4.8 - Estratto della carta 30.

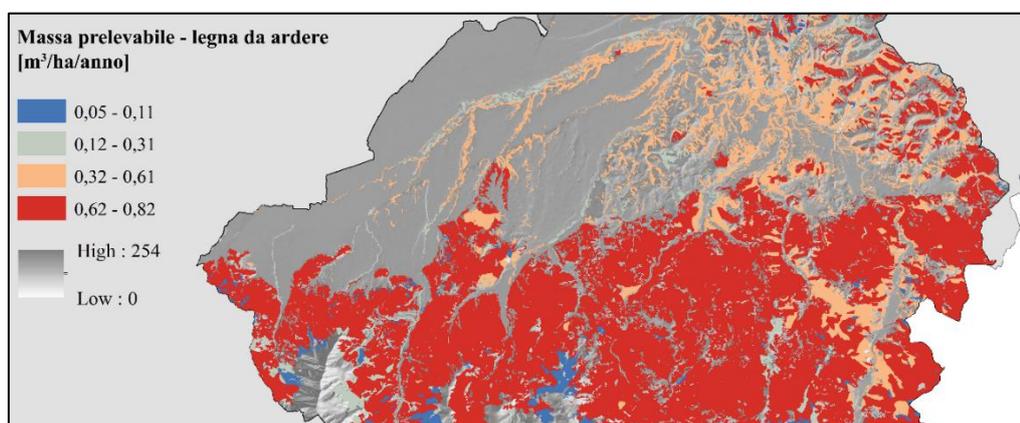


Figura 4.4.9 - Estratto della carta 31.

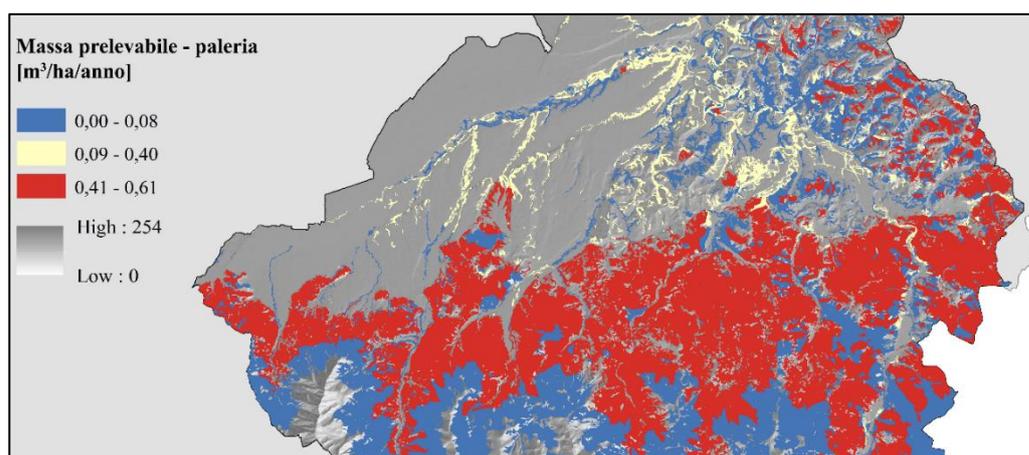


Figura 4.4.10 - Estratto della carta 32.

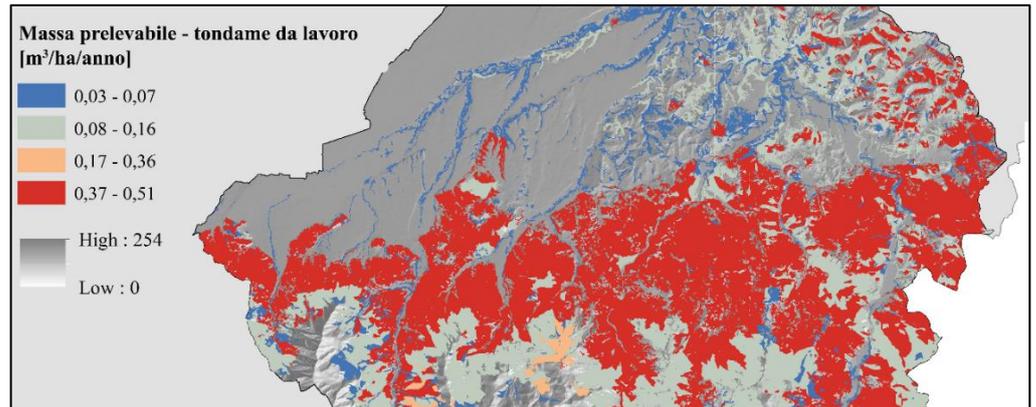


Figura 4.4.11 - Estratto della carta 33.

Moltiplicando i prezzi medi all'imposto dell'ISTAT per i volumi sono stati trovati i valori economici espressi in €:

- per uso energetico è pari a 5.946.522 €/anno;
- per legna da ardere 4.818.947 €/anno;
- per tondame da lavoro 1.332.898 €/anno;
- per paleria 2.858.474 €/anno.

Le carte dalla 34 (figura 4.4.12) alla 39 (figura 4.4.17) mostrano i valori dopo aver applicato i prezzi medi, quelli totali in €/anno, e i valori unitari in €/ha/anno.

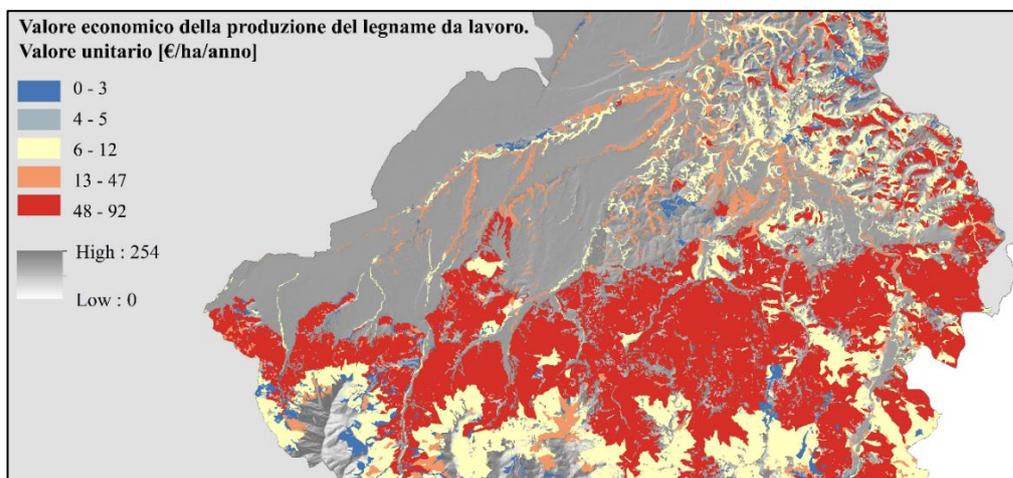


Figura 4.4.12 - Estratto della carta 34.

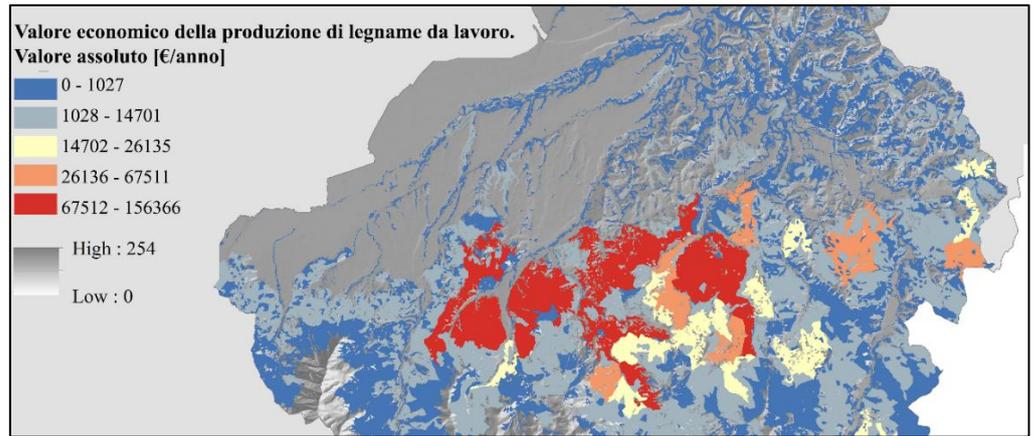


Figura 4.4.13- Estratto della carta 35.

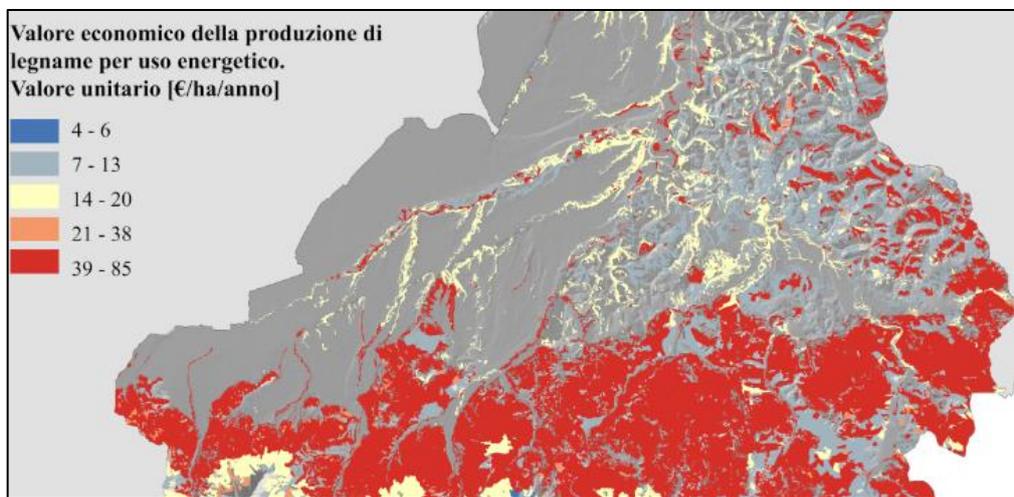


Figura 4.4.14 - Estratto della carta 36.

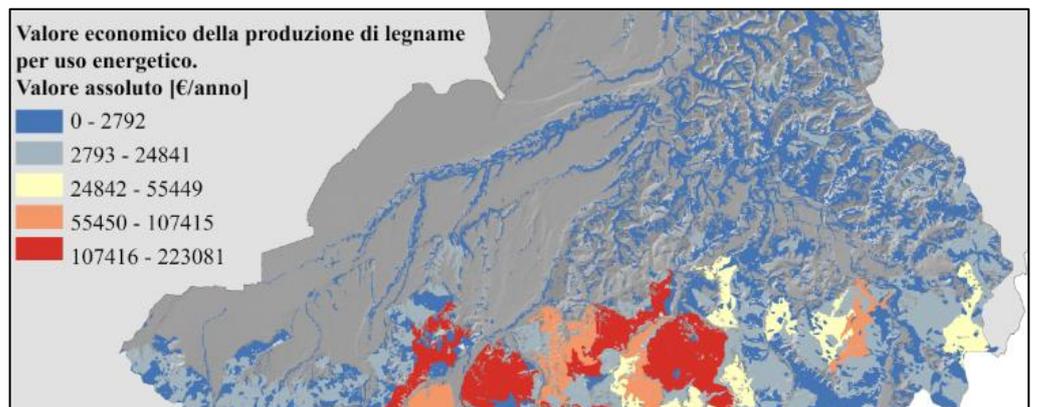


Figura 4.4.15 - Estratto della carta 37.

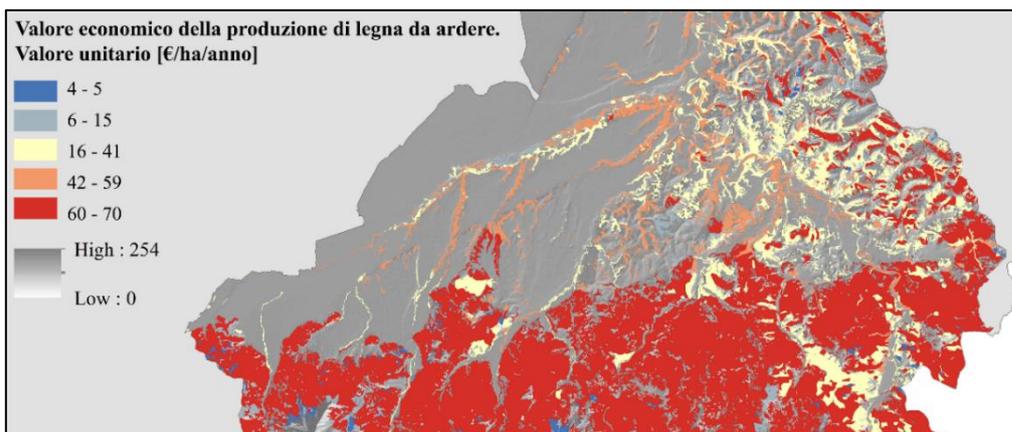


Figura 4.4.16 - Estratto della carta 38.

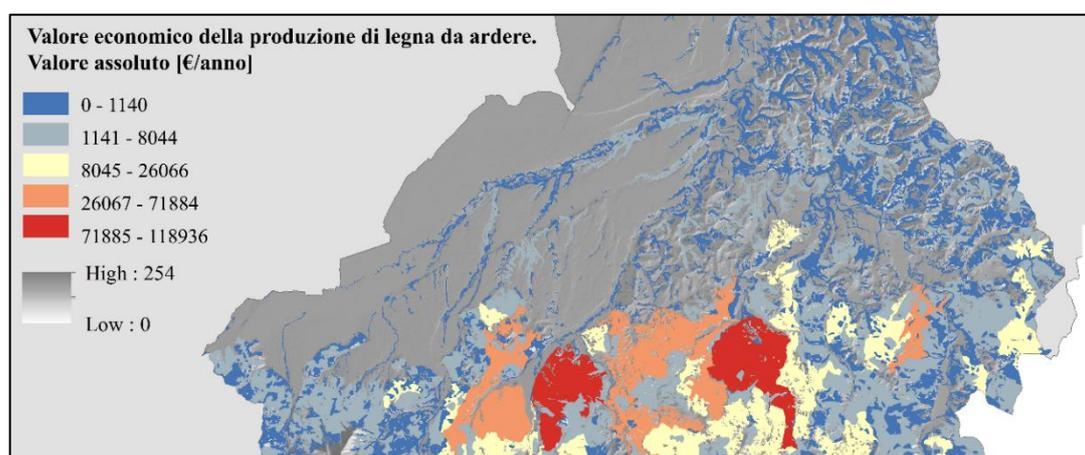


Figura 4.4.17 - Estratto della carta 39.

La *tabella 4.4.18* riassume le quantità aggregate in tre voci: legname per uso energetico, legna da ardere e legname da lavoro. In linea generale il valore economico più alto è proprio dei boschi di castagneti che si trovano prevalentemente a sud della valle.

**Tabella 4.4.18** - *Quantità prelevabili, rispettivamente in m<sup>3</sup>/ha/anno e in m<sup>3</sup>/anno (le prime due tabelle) In basso le stesse tabelle ma con i valori espressi in tonnellate.*

| VALLE TANARO   |  |          |        |
|--|--|----------|--------|
| Massa prelevabile-<br>legname da lavoro<br>[m <sup>3</sup> /anno]    | Legna da ardere [m <sup>3</sup> /anno]                     | 56.759   | 284231 |
|  | Paleria [m <sup>3</sup> /anno]                             | 26.225   |        |
|  | Tondame da lavoro [m <sup>3</sup> /anno]                   | 22.586   |        |
| Massa prelevabile - uso<br>energetico [m <sup>3</sup> /anno]         | Assortimenti per triturazione<br>[m <sup>3</sup> /anno]    | 103.605  | 103605 |
| TOTALE   |  |          | 387836 |
| VALLE TANARO   |  |          |        |
| Massa prelevabile-<br>legname da lavoro<br>[m <sup>3</sup> /anno/ha] | Legna da ardere [m <sup>3</sup> /anno/ha]                  | 3,01     | 12     |
|  | Paleria [m <sup>3</sup> /anno/ha]                          | 0,81     |        |
|  | Tondame da lavoro [m <sup>3</sup> /anno/ha]                | 1,87     |        |
| Massa prelevabile - uso<br>energetico [m <sup>3</sup> /anno/ha]      | Assortimenti per triturazione<br>[m <sup>3</sup> /anno/ha] | 5        | 5      |
| TOTALE   |  |          | 22     |
| VALLE TANARO   |  |          |        |
| Massa prelevabile-<br>legname da lavoro<br>[t/anno]                  | Legna da ardere [t/anno]                                   | 60899,93 | 237780 |
|  | Paleria [t/anno]   | 26404,8  |        |
|  | Tondame da lavoro [t/anno]                                 | 39948,6  |        |
| Massa prelevabile - uso<br>energetico [t/anno]                       | Assortimenti per triturazione [t/anno]                     | 110514,3 | 110514 |
| TOTALE   |  |          | 348294 |
| VALLE TANARO   |  |          |        |
| Massa prelevabile-<br>legname da lavoro<br>[t/anno/ha]               | Legna da ardere [t/anno/ha]                                | 0,06     | 1      |
|  | Paleria [t/anno/ha]  | 0,00     |        |
|  | Tondame da lavoro [t/anno/ha]                              | 0,46     |        |
| Massa prelevabile - uso<br>energetico [t/anno/ha]                    | Assortimenti per triturazione<br>[t/anno/ha]               | 0,6      | 1      |
| TOTALE   |  |          | 1,1    |

Fonte: elaborazione proprie.

**Tabella 4.4.19** - *Riassunto sui valori economici totali e unitari espressi in €/anno e in €/ha/anno.*

| VALORE ECONOMICO                             |           |             |
|--|-----------|-------------|
|  | [€/anno]  | [€/ha/anno] |
| LEGNAMME USO<br>ENERGETICO                   | 5.946.522 | 65          |
| LEGNAMME DA<br>LAVORO (paleria e<br>tondame) | 4.191.372 | 82          |
| LEGNA DA ARDERE                              | 4.818.948 | 53          |

Fonte: elaborazione propria.

#### 4.4.1.3 Calcolo della domanda di legname

Relativamente alla funzione produttiva si sono esaminati i consumi della legna da ardere rispetto ai consumi domestici. Una guida per ciò è stato nuovamente il progetto LIFE+ che fa riferimento ai consumi medi per famiglia come riportato dalla *tabella 4.4.20* (Schirpke et al, 2014). La maggior parte dei paesi dell'area studio non ha più di 5.000 abitanti, per i quali si prevede un consumo medio di 5,3 t/anno/famiglia. Fanno eccezione

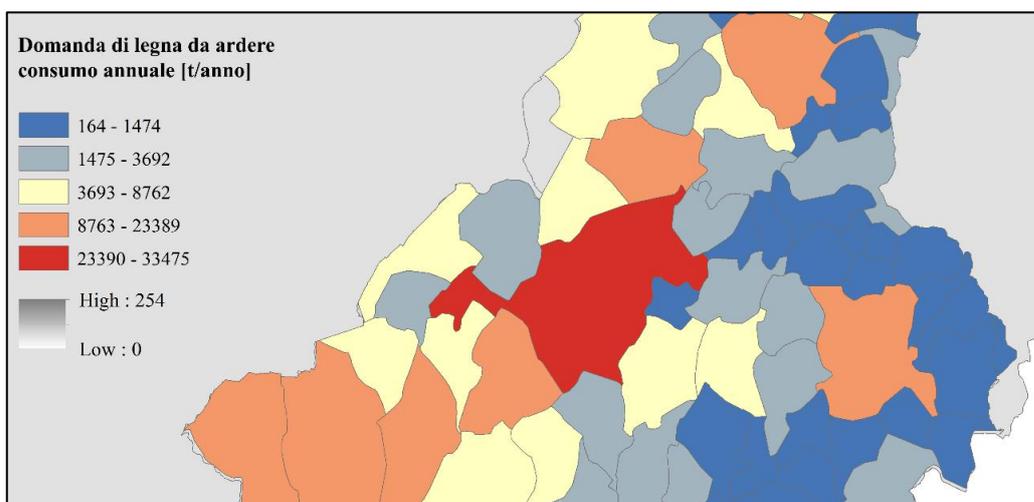
**Tabella 4.4.20** - Consumi medi di legna da ardere per famiglia

|                           | Consumi di legna (t) | Consumo medio per abitazione (t) |
|---------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Totale Italia             | 19.111.481           | 4,3                              |
| Fino a 5.000 abitanti     | 9.416.914            | 5,3                              |
| 5.001 - 20.000 abitanti   | 6.466.704            | 4,3                              |
| 20.001 - 50.000 abitanti  | 1.281.647            | 2,4                              |
| 50.001 - 100.000 abitanti | 801.721              | 3,2                              |
| Oltre 100.000 abitanti    | 1.152.495            | 3,3                              |

Fonte: Schirpke et al, 2014: 15.

Alba e Mondovì che superano le 20.000 persone, per cui si ha un consumo di 2,4 t/anno/famiglia e Boves, Ceva, Peveragno e Villanova Mondovì che hanno oltre i 5.000 cittadini e quindi con un consumo medio di 4,3 t/anno/famiglia.

L'allegato 5 riporta la tabella con i calcoli effettuati che, introdotta in Gis, ha permesso di mappare i risultati (carta 40, *figura 4.4.21*). Osservando la carta, sono Alba e Mondovì ad avere un fabbisogno alto, rispettivamente di 33.475 t/anno e di 23.568 t/anno. Otto comuni rientrano nella classe con un fabbisogno tra 8.137 e 17.484 tonnellate/anno, mentre la maggior parte ricade nelle due classi basse, con un consumo tra 164 – 1.464 t/anno e 1.475 – 3.692 t/anno. Nel complesso, l'uso di legname da ardere



*Figura 4.4.21* - Estratto della carta 40.

è pari a 342.211 tonnellate all'anno, contro le 136.669 tonnellate producibili a tale scopo. Se quindi i paesi dell'area considerata dovessero fare affidamento solo sulle proprie foreste verrebbe coperto il 40% del fabbisogno.

#### **4.4.2 I prodotti non legnosi. I funghi**

I funghi sono prodotti non legnosi che rappresentano una risorsa boschiva significativa anche in termini economici. La stima della produzione di funghi è stata fatta seguendo il progetto “LIFE +” (Schirpke et al, 2014).

Svolgendo delle ricerche sulla produttività dei funghi, è emerso quanto questa sia variabile, dipendendo da condizioni locali del terreno e dal clima, che ogni anno possono cambiare e quindi influenzare la produzione. In Italia il D.P.R 14 Luglio 1995, n. 376 regola le modalità di raccolta dei funghi e dei tartufi, poi ogni regione e provincia definisce in base a questo propri regolamenti. Viene stabilito che è necessaria una licenza per cercare funghi, tuttavia esistono molti raccoglitori “abusivi” che svolgono questa attività senza essere tesserati. Tale situazione rende il settore incerto, risultando carente di dati sicuri sulla produzione reale dei funghi. Nonostante ciò, si è proceduto con la valutazione economica di questo servizio, sulla base della produzione media annua per ettaro di bosco definita dagli studi di Croitoru e Gatto (2001) e Goio (2006), seguiti dal progetto LIFE +.

##### **4.4.2.1 Il metodo e i risultati**

Tenendo conto delle ricerche di cui sopra, si è adottata una produttività media annua compresa tra 1,5 – 3 kg/ha/anno. Questo dato è applicabile alle superficie forestali che si trovano a un'altitudine inferiore ai 2.000 metri e con pendenza inferiore all'80%. Pertanto, dalla superficie boschiva della Valle Tanaro si sono estratte le sole aree con tali caratteristiche. Si è assunto un valore medio di 2,25 kg/ha/anno di produzione media annuale, che è stato moltiplicato per l'area boschiva ottenendo la produzione totale in kg/anno mappata alla carta 41 (*figura 4.4.22*), che mostri valori alti nella zona meridionale. Come ultimo passaggio, si è calcolato il valore economico assumendo come prezzo quello medio di mercato dei funghi, pari a 22,50 €/kg (Schirpke et al, 2014) ottenendo un totale di **4.322.818 €/anno**. La *tabella 4.4.23*, riassume i risultati della valutazione. Nella carta 42 (*figura 4.4.24*) è visibile il valore assoluto mappato, in cui sono state distinte quattro classi. Nei boschi della valle 1.702 ha ricadono nella categoria

bassa, con un valore inferiore a 16.272 €/anno, mentre quella dal valore più alto copre 28.175 ha.

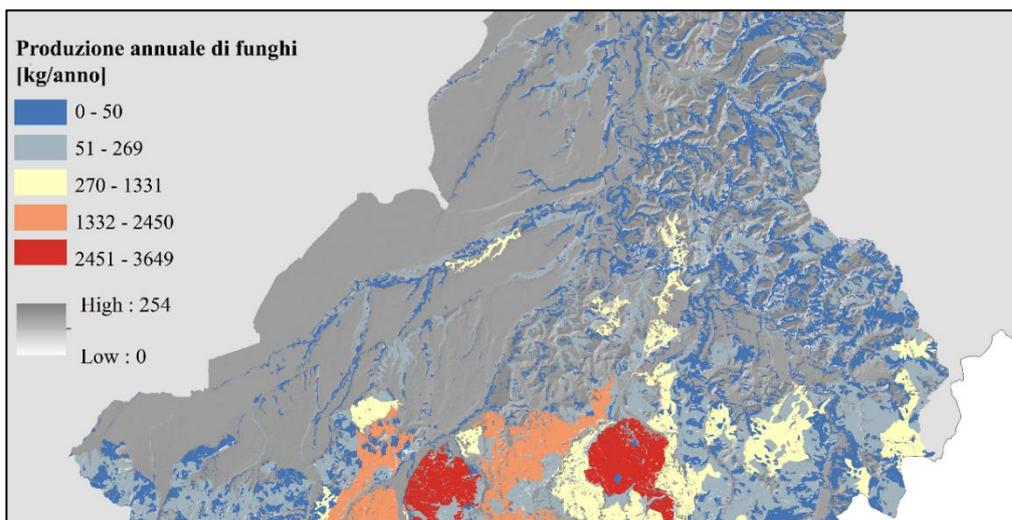


Figura 4.4.22 - Estratto della carta 41.

**Tabella 4.4.23 - Sintesi sul valore della produzione dei funghi.**

|  |             |
|--|-------------|
| <b>AREA [ha]</b>                             | 85.389      |
| <b>PRODUTTIVITA' [kg/ha/anno]</b>            | 2,25        |
| <b>PRODUZIONE TOTALE [kg/anno]</b>           | 192.125     |
| <b>PREZZO UNITARIO [€/kg]</b>                | 22,5        |
| <b>VALORE ECONOMICO [€/anno]</b>             | 4.322.818 € |
| <b>VALORE ECONOMICO UNITARIO [€/ha/anno]</b> | 50,63       |

Fonte: elaborazione propria.

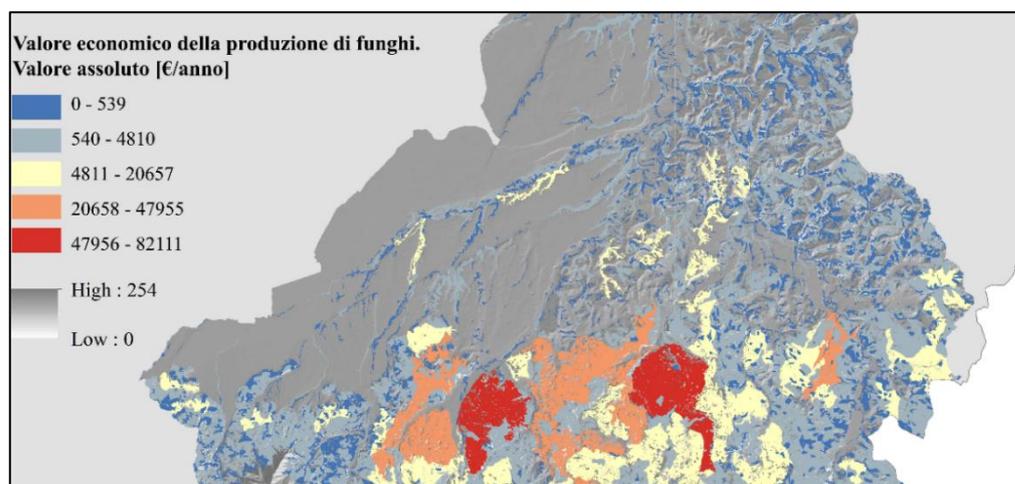


Figura 4.4.24 - Estratto della carta 42.

#### 4.4.3. I prodotti non legnosi. Le castagne

Oltre ai funghi, tra i prodotti non legnosi si è considerata la raccolta della castagna. L'Italia è tra i più importanti esportatori di castagne nel mondo, soprattutto della specie *Castanea sativa*, inoltre, le esportazioni nazionali provengono per il 12% dal Piemonte (<https://agrireregionieuropa.univpm.it/it/content/article/31/24/situazione-e-prospettive-della-castanicoltura-da-frutto-italia>). La provincia di Cuneo è rinomata per la *castagna di Cuneo*, che possiede un marchio IGP e nello specifico, la zona di produzione comprende i comuni di montagna e di fondovalle, dalla Valle Po alla Valle Tanaro (<http://prodottitipici.provincia.cuneo.it/prodotti/ortofrutta/castagna/>).

##### 4.4.3.1 Il metodo e i risultati

Come prima cosa si è individuata l'estensione dei castagneti dalla carta forestale, che in totale risulta pari a 39.939 ha. Tuttavia, il calcolo è stato elaborato considerando quelli accessibili e adibiti a castagneto da frutto (secondo il codice 222 della Corine Land Cover). Pertanto, si sono presi in esame 6.874 ha, ossia il 17,2% dei castagneti totali. Di cui è stata calcolata l'area in ettari, la resa media unitaria in t/ha/anno, il prezzo unitario espresso in €/t e il valore economico in €. I dati ISTAT del 2008 riferiscono per il Piemonte una resa unitaria di 0,4 t/ha per un prezzo medio di 915 €/t. Applicando questi dati, in totale si avrebbe una produzione di 2.750 tonnellate all'anno, per un valore di **2.515.884 €/anno**. La carta 43 (figura 4.4.25) mostra la localizzazione e l'estensione dei castagneti, mentre la carta 45 il valore economico in termini assoluti.

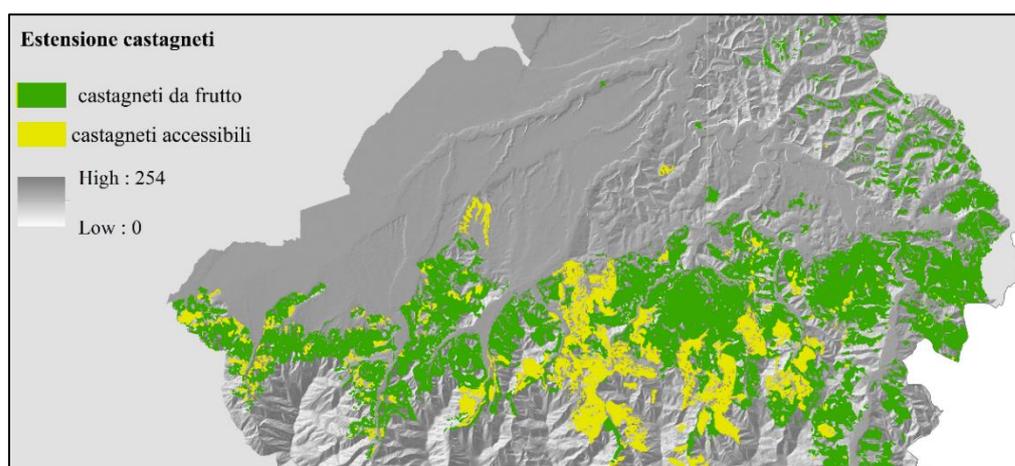


Figura 4.4.25 - Estratto della carta 43.

### ***Approfondimento 3: I prodotti non legnosi. I tartufi***

La Valle Tanaro comprende aree rinomate per la presenza di tartufi. Dato il pregio, il tartufo è considerato un bene di lusso e sono poche le aree che possiedono tutte le caratteristiche affinché esso possa crescere. L'Italia e, nel caso dell'analisi in questione, Alba è una di queste zone.

La produzione di tale bene è un servizio importante fornito dalle foreste, ma trattandosi di un settore molto variabile e carente di informazioni certe sulla raccolta e sui prezzi di vendita, non lo si è introdotto nella valutazione fatta in questa sede. Infatti, la raccolta tartuficola non è oggetto di grandi trattazioni statistiche proprio per la crescente difficoltà nel trovare dati attendibili. Si tratta di un mercato dipendente da aspetti mutevoli (l'andamento del clima, tipologia del tartufo, oscillazioni dei prezzi...). Anche in questo caso, i molti tartufai che si dedicano alla raccolta in modo non ufficiale, senza un effettivo permesso, contribuiscono ad accrescere l'insicurezza dei dati e delle statistiche. Nonostante quello del tartufo sia un mercato di nicchia, risulta essere di rilievo per l'economia locale delle aree (Pampanini, et al, 2012), per questo si è deciso di tentare una valutazione di approfondimento della produzione dei tartufi.

#### **Il metodo e i risultati**

Per l'analisi si sono sfruttati i dati messi a disposizione dal settore Foreste della Regione Piemonte relativamente al Progetto "Verchamp"- P.I.C. Interreg IIIA-Alcotra Italia Francia, nel quale sono stati considerati tre tipi di tartufo: quello bianco, quello nero pregiato e quello nero estivo. Le carte ottenute, riguardano la potenzialità di produzione del tartufo bianco (*Tuber Magnatum Pico*), del tartufo nero pregiato (*Tuber Melanosporum Vitt.*) e del tartufo nero estivo (*Tuber aestivum Vitt.*). L'intero territorio è suddiviso in quattro classi di potenzialità produttiva: alta, media, bassa e nulla e sono state estratte le informazioni per l'area di studio producendo le carte 45, 46 e 47. Da quella sul tartufo nero pregiato è possibile vedere che le aree con un'alta potenzialità sono nei comuni della zona di Alba, a nord della Valle Tanaro: Piobesi d'Alba, Santa Vittoria d'Alba, Alba, Diano d'Alba, Monforte d'Alba. Nell'area centrale invece le aree più produttive sono Clavesana, Bastia Mondovì, Cigliè, Marsaglia, Murazzano. Infine, gran parte del territorio a sud est, risulta avere una potenzialità nulla. Riguardo alla seconda tipologia del tartufo nero, ossia quello estivo detto scorzone, l'area più produttiva è molto estesa, comprendendo quasi tutti i paesi a ovest della Valle. Infine per il tartufo bianco, Alba è l'area con una potenzialità produttiva alta, mentre rimane medio-alta per i comuni centrali.

Volendo analizzare solo la produzione riferita alle foreste e non alle piantagioni, si sono estrapolati i dati per i boschi riassunti nella *tabella 4.4.26*, che confronta le estensioni boscate delle aree potenziali nelle tre categorie, per le tipologie di tartufo analizzate. Quello nero estivo ha un'estensione produttiva alta di 8.431 ha, mentre l'area a potenzialità media più estesa è per il tartufo nero, 11.724 ha, per la potenzialità bassa è più ampia quella del tartufo nero scorzone (11.688 ha).

**Tabella 4.4.26** - Riassunto con le aree boscate suddivise in base alla potenzialità produttiva.

| TIPO DI TARTUFO          | AREA POTENZIALITA'<br>ALTA | AREA POTENZIALITA'<br>MEDIA | AREA POTENZIALITA'<br>BASSA |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| SCORZONE - TARTUFO       | 8.431                      | 9.557                       | 10.688                      |
| TARTUFO NERO<br>PREGIATO | 1.539                      | 11.724                      | 10.856                      |
| TARTUFO BIANCO           | 356                        | 10306                       | 9538                        |

*Elaborazione propria.*

Il procedimento seguito per poter esprimere un valore economico parte dal fatto che esiste la possibilità di realizzare delle piantagioni di tartufo nero. Il progetto citato sopra ha valutato i costi e i ricavi delle piantagioni tartufigole per le due tipologie di tartufo nero, e da queste informazioni si è partiti per raggiungere un indicatore finale (Maistrelli & Mosso, 2006).

Per il tartufo nero pregiato è prevista una produzione tra i 20 e i 30 kg/ha annui, per un prezzo di vendita di 550 €/kg. Invece, per quello nero estivo si parla di una produzione dell'impianto tra i 60 e gli 80 kg/ha annui, per un prezzo di 55 €/kg. Al tartufo nero pregiato è stata assegnata una produzione di 20 kg/ha per la classe bassa, 25 kg/ha per quella media e 30 kg/ha per quella alta (carta 48). Moltiplicando quindi per gli ettari di bosco corrispondenti si è trovata la produzione annua espressa in kg, la cui distribuzione è rappresentata nella carta 48. Ai dati ottenuti si è moltiplicato il prezzo di 550 €/kg, ottenendo un valore economico totale pari a **306.008.257 €/anno** (carta 50, *figura 4.4.27*).



Figura 4.4.27 - Estratto della carta 50.

Analogamente, al tartufo nero estivo si è attribuita la produzione di 60 kg/ha per la classe bassa, 70 kg/ha per la media e 80 kg/ha per quella alta (carta 51). Alla produzione annuale è stato moltiplicato il prezzo di 55 €/kg ottenendo un totale di **109.163.731 €/anno**. Le carte 52 e 53 (figura 4.4.28) mostrano la mappatura di questi risultati.



Figura 4.4.28 - Estratto della carta 53.

Dal momento che non è possibile coltivare il tartufo bianco, non si è potuto quantificare la sua produzione annuale, poiché non sono certi i dati sulla raccolta e la vendita. Si può però aggiungere che l'area di Alba è nota per la produzione di tartufo bianco, specie più pregiata e costosa a livello mondiale. A titolo indicativo, il Borsino del Tartufo di Asti ha stimato che la produzione del 2004 del tartufo bianco (il *T. magnatum*) per la regione Piemonte è stata pari a 1.100 – 1.200 kg. Per quanto riguarda il prezzo sul mercato, quello del tartufo bianco è molto elevato, dal sito della camera di commercio di Cuneo si è estrapolato il prezzo all'ultima rilevazione del 2017, in cui viene indicato quello massimo di 3.500 €/kg.

| Luogo di scambio                | Quantitativo scambiato (Kg) |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Asti                            | 126                         |
| Alba, Murisengo, Moncalvo       | 90                          |
| Altri mercati                   | 110                         |
| Contrattazione in luogo privato | 800                         |
| <b>Totale</b>                   | <b>1.126</b>                |

Borsino del Tartufo di Asti, 2004.

Figura 4.4.29 - Quantitativi di *Tuber magnatum* scambiati sui mercati piemontesi nel corso del 2004. Fonte - rapporto finale.

Un problema ormai confermato da molti esperti, riguarda la progressiva riduzione dell'habitat del tartufo bianco e di conseguenza, della sua produzione. Tra le cause di questo problema ci sono quelle trattate dai capitoli iniziali, il cambiamento climatico, che favorisce trasformazioni delle delicate condizioni necessarie per la nascita del pregiato fungo (<http://www.micologica.com/i-funghi/>).

## 4.5 La funzione culturale

I SE relativi alla funzione culturale sono stati i più complessi da valutare a causa della carenza di dati. In letteratura esistono vari modelli applicabili per capire quanto valgono i benefici paesaggistici e culturali di un bosco, dal questionario al modello del costo di viaggio, a quello fotografico. Tuttavia, l'oggetto dell'analisi è la foresta che per lo più è aperta a tutti senza un "ingresso" da controllare, pertanto le difficoltà nel trovare le informazioni sono state molte. In rete, sui siti regionali e comunali e sul sito dell'ISTAT, sono disponibili risultati di monitoraggi sul turismo generale e anche su quello specifico montano, ma comunque non adatti alla valutazione da fare in questa sede.

### 4.5.1 Il metodo e i risultati

Date le lacune si è scelto di analizzare il servizio turistico appoggiandosi al fatto che la Valle Tanaro è sede di alcuni siti SIC e ZPS della rete Natura 2000 evidenziati nella carta 1 dell'inquadramento. Molte di queste aree sono riserve naturali o simili, che prevedono un ingresso a pagamento, pertanto di tutte queste sono state selezionate quelle di cui è stato possibile trovare informazioni sull'affluenza turistica.

Usando ArcGis è stata calcolata l'area dei siti evidenziati e di queste sono state selezionate solo quelle ricadenti nella superficie forestale. La *tabella 4.5.1* mostra che i siti sfruttabili sono tre: Parco del Marguareis, gestito dal Parco Alpi Marittime; la Riserva naturale Grotte di Bossea; e la riserva naturale Crava Marozzo amministrato sia dal Parco Alpi Marittime sia dall'oasi LIPU. La superficie totale delle zone protette in questione è pari a 8.739 ha, ma circa il 50% (4.472 ha) è anche boscato (carta 54, *figura 4.5.2*). Chiedendo direttamente agli enti di gestione, si sono ottenuti i dati relativi alle visite annuali a questi tre luoghi, nel 2015.

**Tabella 4.5.1 - Aree protette ricadenti nella superficie forestale.**

| AREA PROTETTA                     | SUPERFICIE [ha] | SUPERFICIE FORESTALE [ha] |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Parco del Marguareis              | 7.832           | 3.975                     |
| Riserva naturale Grotte di Bossea | 614             | 341                       |
| Riserva naturale Crava Marozzo    | 293             | 156                       |
| TOTALE                            | 8.739           | 4.472                     |

Fonte: elaborazione propria.

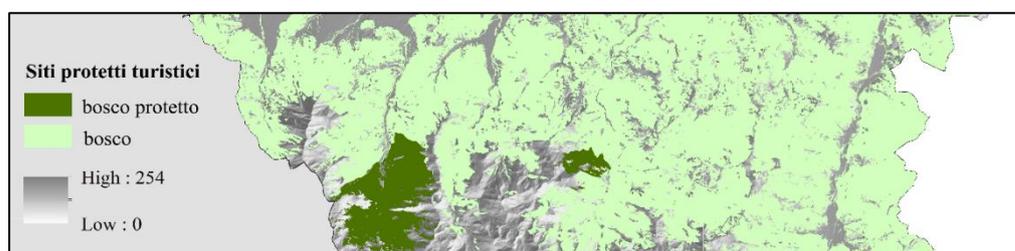


Figura 4.5.2 - Estratto della carta 54.

Il Parco del Marguareis è stato visitato da 1.716 studenti, e sul sito sono state individuate le informazioni sulle attività didattiche e il relativo costo. La zona in questione prevede cinque possibilità:

- Amico bosco, con giochi di percezione e conoscenza;
- Semi e biodiversità, con attività didattiche interattive;
- Percorso naturalistico in Valle Pesio, con accompagnamento guidato;
- Sulle tracce del lupo;
- AccaDueO, sul tema dell'acqua.

(<http://www.parcoalpinaritime.it/ente-parco/attivita/didattica>).

Per ognuna si è individuato un prezzo a persona per la giornata intera, successivamente, non sapendo quali e quante attività sono state scelte dai visitatori, si è definito un valore medio pari a 6,2 €/studente. Moltiplicandolo per il numero dei visitatori studenti si è ottenuto un valore pari a 10.639 €/anno. Inoltre, per il Parco Marguareis è stato fornito il numero dei visitatori che nel 2015 ha fatto uso delle aree attrezzate, pari a 18.700. In

questo caso il prezzo a persona è pari a 8€, da cui si ottiene un valore economico totale di 149.600 €/anno.

La riserva naturale Crava Marozzo ha registrato per l'anno 2015 la visita di 229 scolaresche e di 10.000 altri visitatori. La riserva è visitabile gratuitamente, quindi non è stato possibile quantificare un valore economico.

Infine, la riserva naturale Grotte di Bossea è visitata da 17.000 visitatori circa all'anno e la quota di ingresso è distinta tra studenti, per i quali è di 6 € e non 10€. Tuttavia, non avendo a disposizione il numero disaggregato dei visitatori, si è assunto un valore medio di 8 € che è stato moltiplicato per il numero totale dei turisti. Il valore economico ottenuto è pari a 136.000 €/anno, la *tabella 4.5.3* riassume i risultati.

**Tabella 4.5.3 - Riassunto dati sul turismo delle aree protette**

| AREA PROTETTA                     | SUPERFICIE [ha] | SUPERFICIE boscata [ha] | NUMERO VISITATORI ALL'ANNO (2015) | TIPOLOGIA VISITATORI    | PREZZO [€/persona] | VALORE ECONOMICO €/anno | VALORE UNITARIO €/ha/anno |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| Parco del Marguareis              | 7.832           | 3.975                   | 1.716                             | scolaresche             | 6,2                | 10.639                  | 2,68                      |
|                                   |                 |                         | 18.700                            | altri (aree attrezzate) | 8                  | 149.600                 |                           |
| Riserva naturale Grotte di Bossea | 614             | 341                     | 17.000                            |                         | 8                  | 136.000                 | 398,83                    |
| Riserva naturale Crava Marozzo    | 293             | 156                     | 229                               | scolaresche             | gratuita           |                         |                           |
|                                   |                 |                         | 10.000                            | visitatori              | gratuita           |                         |                           |
| <b>TOTALE</b>                     | <b>8.739</b>    | <b>4.472</b>            | <b>47.645</b>                     |                         |                    | <b>296.239</b>          | <b>401,50</b>             |

Fonte: elaborazione propria

Nel complesso risulta che il valore economico dei servizi culturali/turistici è pari a **296.239 €/anno** (carta 55), che tuttavia è riferita a un 5% dell'intera superficie boscata della Valle (92.458 ha).

## 4.6 Elaborazione dei risultati. Due approcci per trattare i valori economici dei SE

La *tabella 4.6.1* riassume i valori economici dei servizi ecosistemici forestali calcolati, dalla cui somma si ottiene un VET di **303.017.596 €/anno**. Questo risultato non comprende quelli turistici che, sebbene visibili in tabella, non sono stati inclusi nel totale, poiché il valore calcolato riguarda solo il 5% dell'intera area forestale.

I servizi relativi alla funzione regolatrice prevalgono, pesando per il 64,86%; quelli produttivi invece, incidono per il 6,96%. La funzione protettiva comprendente i servizi relativi alla protezione da eventi franosi, valanghivi, erosivi e dal rischio idrologico, pesa per il 28,55%. Le componenti più rilevanti sono la protezione dall'erosione (9,67%) e dal

rischio idrologico (17%), in quanto le relative opere ingegneristiche sostitutive hanno ingenti costi di costruzione.

È bene ricordare che il risultato qui ottenuto è parziale, in quanto si sarebbero potuti aggiungere altri servizi ecosistemici. Ad esempio, non è stata considerata la pratica venatoria, la produzione delle erbe medicinali, il controllo biologico e la biodiversità, che avrebbero aumentato il valore. Ad esempio, nel caso si aggiungesse il valore della produzione dei tartufi, calcolato in approfondimento, si otterrebbe una cifra pari a **718.189.585 €/anno** che, come mostrato in *tabella 4.6.2*, diventerebbe il servizio economicamente più rilevante, rappresentando il 57,81 % del totale. È stata prodotta una carta di sintesi (carta 56, *figura 4.6.3*), che somma i valori economici annuali dei servizi ecosistemici calcolati. Mostra che i boschi con un valore maggiore sono localizzati nella parte meridionale delle Valle Tanaro.

Tabella 4.6.1 - Valore economico totale. Elaborazione propria.

| Funzione ecosistemica   | Servizio ecosistemico calcolato                 |                           | Valore biofisico<br>[totale annuale] | Valore economico<br>[€/anno] | Valore economico<br>totale [%] |
|-------------------------|---|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Regolativa- climatica   | Quantità di CO <sub>2</sub> assorbita all'anno  | [t/ha/anno]               | 26.931.649                           | 115.025.098                  | 37,87%                         |
|                         | Quantità di PM <sub>10</sub> assorbita all'anno | [kg/ha/anno]              | 16.882.427                           | 81.512.070                   | 26,84%                         |
|                         | Arece protette dalle frane                      | [ha]                      | 8.016                                | 1.972.991                    | 0,65%                          |
|                         | Arece protette dalle valanghe                   | [ha]                      | 3.789                                | 2.307.084                    | 0,76%                          |
|                         | Volume di erosione evitata                      | [m <sup>3</sup> ]         | 715.023                              | 29.315.954                   | 9,65%                          |
| Regolativa - protettiva | Volume delle piogge trattenute                  | [m <sup>3</sup> ]         | 4.110.347                            | 51.790.366                   | 17,05%                         |
|                         | Volume del legname da lavoro producibile        | [m <sup>3</sup> /ha/anno] | 48.811                               | 4.191.372                    | 1,38%                          |
|                         | Volume della legna da ardere producibile        | [m <sup>3</sup> ]         | 56.759                               | 4.818.948                    | 1,59%                          |
|                         | Volume del legname uso energetico producibile   | [m <sup>3</sup> /ha/anno] | 103.605                              | 5.946.522                    | 1,96%                          |
|                         | Quantità di prodotti non legnosi - funghi       | [kg/ha/anno]              | 192.125                              | 4.322.832                    | 1,42%                          |
| Approvvigionamento      | Quantità di prodotti non legnosi - castagne     | [kg/ha/anno]              | 2.750                                | 2.515.884                    | 0,83%                          |
|                         | Numero di visitatori all'anno (turisti)         | numero                    | 47.645                               | 296.239                      | 0,10%                          |
| Culturale               |   |                           |                                      | 303.719.121                  | 100%                           |
| TOTALE                  |   |                           |                                      |                              | 100%                           |

Tabella 4.6.2 - Valore economico Totale. Elaborazione propria.

| Funzione ecosistemica   | Servizio ecosistemico calcolato                 |                           | Valore biofisico<br>[totale annuale] | Valore economico<br>[€/anno] | Valore economico totale<br>[%] |
|-------------------------|---|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Regolativa- climatica   | Quantità di CO <sub>2</sub> assorbita all'anno  | [t/ha/anno]               | 26.931.649                           | 115.025.098                  | 16,00%                         |
|                         | Quantità di PM <sub>10</sub> assorbita all'anno | [kg/ha/anno]              | 16.882.427                           | 81.512.070                   | 11,34%                         |
|                         | Arece protette dalle frane                      | [ha]                      | 8.016                                | 1.972.991                    | 0,27%                          |
| Regolativa - protettiva | Arece protette dalle valanghe                   | [ha]                      | 3.789                                | 2.307.084                    | 0,32%                          |
|                         | Volume di erosione evitata                      | [m <sup>3</sup> ]         | 715.023                              | 29.315.954                   | 4,08%                          |
|                         | Volume delle piogge trattenute                  | [m <sup>3</sup> ]         | 4.110.347                            | 51.790.366                   | 7,20%                          |
|                         | Volume del legname da lavoro producibile        | [m <sup>3</sup> /ha/anno] | 48.811                               | 4.191.372                    | 0,58%                          |
|                         | Volume della legna da ardere producibile        | [m <sup>3</sup> ]         | 56.759                               | 4.818.948                    | 0,67%                          |
| Approvvigionamento      | Volume del legname uso energetico producibile   | [m <sup>3</sup> /ha/anno] | 103.605                              | 5.946.522                    | 0,83%                          |
|                         | Quantità di prodotti non legnosi - funghi       | [kg/ha/anno]              | 192.125                              | 4.322.832                    | 0,60%                          |
|                         | Quantità di prodotti non legnosi - tartufi      | [kg/ha/anno]              | 2.541.174                            | 415.171.989                  | 57,75%                         |
|                         | Quantità di prodotti non legnosi - castagne     | [kg/ha/anno]              | 2.750                                | 2.515.884                    | 0,35%                          |
| Culturale               |   |                           |                                      | 296.239                      | 0,35%                          |
| funzione culturale      |   |                           |                                      | 47.645                       | 0,04%                          |
| TOTALE                  |   |                           |                                      | 718.891.110                  | 0,04%                          |

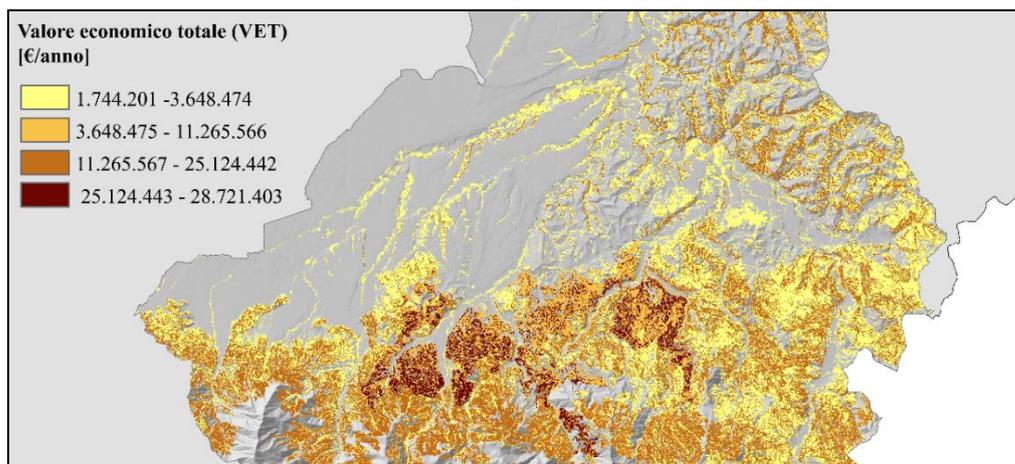


Figura 4.6.3 - Estratto della carta 56.

L'obiettivo del lavoro è quello di esplicitare il valore delle foreste in un modo comprensibile a tutti, così da utilizzarlo sia per sensibilizzare rispetto al tema sia per indirizzare le politiche ambientali e le decisioni di pianificazione alla gestione sostenibile. La comunicazione può essere sostenuta anche grazie alle mappe prodotte, che rendono visibili graficamente i risultati.

Anche il metodo utilizzato intende essere accessibile ai più e utilizza indicatori biofisici ed economici replicabili a diverse scale. Tuttavia, alcune difficoltà sono emerse, soprattutto per il reperimento dei dati. Innanzitutto, a seconda dell'area analizzata e della scala, i dati a disposizione potranno essere più o meno facili da reperire o approfonditi diversamente. Ad esempio, la Regione Piemonte dispone del sistema SIFOR, utile per ottenere le quantità di masse legnose prelevabili, che non è scontato esista in tutte le regioni. Ciò nonostante, conoscendo la struttura degli indicatori biofisici e di quelli economici, sarà possibile replicarli usando i dati che consentano di procedere con i calcoli. Una seconda criticità riguarda l'aggiornamento dei valori economici utilizzati. Nel caso studio qui trattato si è cercato di utilizzare i dati più aggiornati, ma non tutti sono riferiti allo stesso anno.

In questo paragrafo conclusivo si espongono due approcci complementari esaminati per utilizzare i risultati totali della valutazione, in modo da renderli meglio fruibili dalla pianificazione.

#### 4.6.1 Il Valore Economico Totale

Un primo approccio preso in considerazione è quello del Valore Economico Totale che corrisponde alla somma dei valori economici totali (espressi in €/anno) calcolati per i SE considerati, espresso in €/anno e riferito all'intera superficie forestale analizzata. In base all'analisi svolta finora, la Valle Tanaro ha un VET pari a **303.719.121 €/anno**<sup>21</sup>, che è traducibile con il concetto del “valore economico dei boschi della Valle Tanaro”. L'utilizzo dei software Gis permette la spazializzazione di tale dato (carta 56), e quindi la visualizzazione di quali boschi hanno un maggiore o minore valore.

Prendere decisioni che riguardano la pianificazione forestale utilizzando il VET presenta vantaggi e svantaggi. Innanzitutto, è un indicatore sintetico e unico, che può essere calcolato utilizzando software che richiedono semplici procedimenti. La sua spazializzazione inoltre consente un immediato confronto con gli elaborati pianificatori necessari. Tuttavia, esiste uno svantaggio da tenere in considerazione, che riguarda la conflittualità tra alcuni servizi, ossia i *trade offs* che, calcolando il VET, verrebbero sommati in modo indifferente.

Considerando i servizi ecosistemici forestali, il conflitto esiste tra quelli forniti dal bosco vivo, in piedi, e quelli ottenibili quando si procede al taglio. Nello specifico vengono presi in causa i servizi della funzione di approvvigionamento, riferiti alla produzione di legname, e quelli ad esempio della funzione regolativa con l'assorbimento di CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, il ruolo protettivo. Infatti, una foresta è in grado di assorbire inquinanti, proteggere dai dissesti, generare prodotti non legnosi fin tanto che rimane in piedi. Mentre, per ottenere i prodotti legnosi, sarà necessario tagliare il bosco che però non potrà più svolgere le altre funzioni. Sommando in un indicatore unico i valori dei SE non si potrebbe tenere conto di questo aspetto. Al fine di superare tale problema si potrebbe scorporare il VET in due componenti, una che raccolga i SE forniti dal bosco vivo, e una per quelli del bosco tagliato. Nel pianificare si dovranno confrontare in modo da sapere cosa comporta, e quali perdite si avranno in termini di servizi.

Un'ulteriore considerazione da fare riguarda le esigenze di una determinata situazione. Il valore economico totale restituisce una somma generale riferita a un bosco, che non consente però, a prima vista, di capire quale servizio incide maggiormente. Le

---

<sup>21</sup> Si ricorda che nel calcolo del VET in questione non si è incluso quello del servizio turistico/ricreativo afferente alla funzione culturale, in quanto non ha riguardato l'intera superficie forestale, ma solo una parte pari al 5%.

decisioni da prendere considerando le esigenze specifiche, richiedono di confrontare il VET con i singoli valori dei SE d'interesse.

In ogni caso, si rimarca la potenzialità comunicativa del VET per sottolineare l'importanza della foresta, del suo ruolo e indurre a pianificare in modo consapevole e sostenibile.

#### **4.6.2 La Cluster Analysis**

Lo stesso valore economico dei SE è stato trattato attraverso un approccio sperimentale, quello della Cluster Analysis, un metodo statistico di analisi multivariata, eseguita con il software R-cmdr.

L'obiettivo della cluster analysis è quello di raggruppare le unità in gruppi omogenei formati da elementi simili, sulla base di caratteristiche che possono essere scelte a prescindere dalla loro natura o relazione. Sulla base delle classi ottenute, si ottiene una classificazione secondo un sistema che, nel caso in questione, supera alcuni problemi del VET. Applicando il metodo al caso studio, si è potuto individuare potenzialità, ma anche alcuni svantaggi.

Nel caso della Valle Tanaro i boschi, quindi le sezioni del PFT, rappresentano le unità, e come caratteristiche sono stati usati i valori economici totali dei SE attribuiti ai boschi. Tuttavia, è emerso da subito un punto debole del metodo, nella selezione delle caratteristiche utilizzabili. Infatti, come primo passaggio si richiede l'inserimento di un file contenente le caratteristiche per ogni unità di PFT, documento che è il risultato di un join tra i SE delle foreste, realizzato con Gis. Tuttavia, dal momento che i SE non sono stati calcolati tutti secondo una stessa tecnica, non è stato possibile aggiungere i valori della protezione dal pericolo frana, valanga ed erosione. Questo perché si è usato un procedimento diverso che non ha prodotto un valore attribuibile alle unità di bosco così come sono definite dal PFT. Infatti, avendo basato l'analisi su altre variabili, si sono ottenute sezioni boschive con diverse geometrie rispetto alle originali. Di conseguenza, vista l'intenzione di mostrare un possibile approccio, l'analisi è stata comunque svolta, ma considerando solo il servizio produttivo del legname, dei prodotti non legnosi, dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> e di PM<sub>10</sub> per i quali si hanno a disposizione i valori per le stesse geometrie di PFT.

Una cluster analysis produce gruppi, detti *cluster* per i quali non esiste una definizione chiara e univoca, poiché tali analisi si applicano in varie situazioni. Tuttavia, generalmente si definiscono a partire dalla posizione unica delle entità in uno spazio multidimensionale. Pertanto, il cluster è:

“una regione continua con un’alta densità di punti separati da quelli di altre regioni, dallo spazio contenente una bassa densità di punti” (McGarigal, et al, 2002: 86).

Tra le classificazioni possibili, si è scelto di procedere con quella gerarchica, che raggruppa le entità simili in classi e le pone anche in gerarchia permettendo di studiare le relazioni. Come prima cosa per applicare questo metodo, è raccomandato di standardizzare i dati, usando la deviazione standard dell’insieme delle entità. Si procede con l’aggregazione delle unità in base a una misura scelta, che può essere un coefficiente di distanza, di associazione o correlazione. In questo caso è stata utilizzata la distanza euclidea e il metodo di Ward<sup>22</sup>, sulla base dei quali si genera l’agglomerazione visibile graficamente attraverso il dendrogramma.

Il grafo ad albero restituisce la struttura-raggruppamento dei dati secondo il grado di somiglianza, dalla cui analisi si può definire come e in quanti numeri raggruppare le unità. La *figura 4.6.4* mostra il dendrogramma del caso studio della Valle Tanaro, da cui

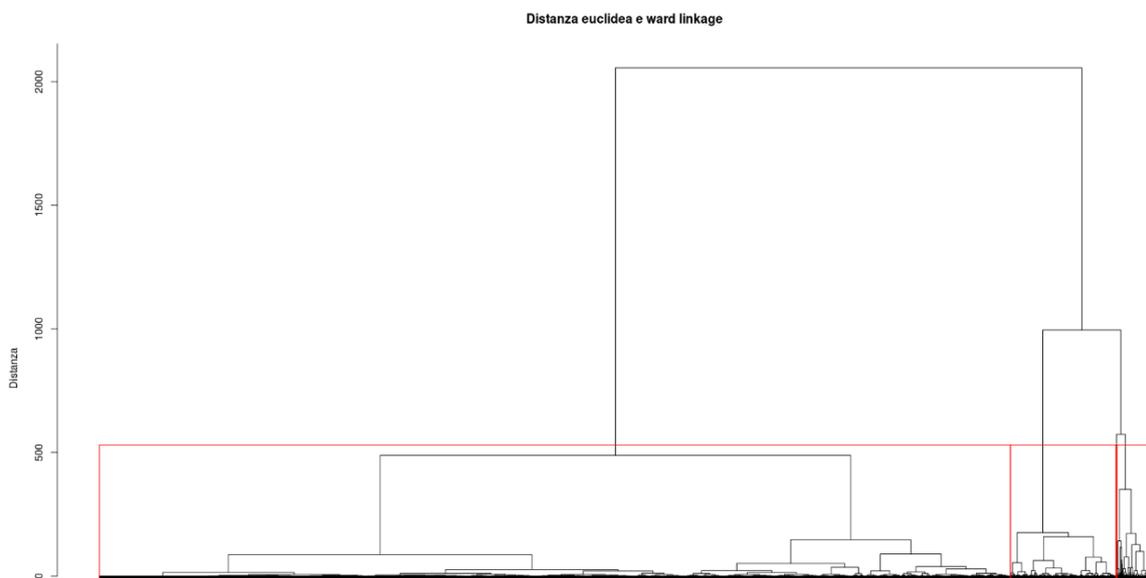


Figura 4.6.4 - Dendrogramma, output della cluster analysis.

<sup>22</sup> “Il metodo di Ward è quello che minimizza la varianza e fa in modo che la varianza tra gruppi sia minore di quella ci sarebbe se uno dei due gruppi fosse unito a qualsiasi altro gruppo” (McGarigal, et al, 2002: 108).

si è visto in modo distinto la classificazione in gruppi, e si è scelto di considerare la distanza (posta sull'asse y) che ne restituisce quattro.

La scelta del numero finale dei gruppi può essere fatta secondo diversi parametri, ad esempio in questo caso sono stati considerati quelli per i quali c'è maggiore distanza. Il prodotto finale è una suddivisione in gruppi di unità omogenee per ognuno dei quali si hanno le caratteristiche medie come mostrato nelle *figure 4.6.5 e 4.6.6*.

| CLUSTER ANALYSIS   |          |          |          |            |
|--|----------|----------|----------|------------|
| Valore medi totali dell'area esaminata                     |          |          |          |            |
|  | Gruppo 1 | Gruppo 2 | Gruppo 3 | Gruppo 4   |
| Superficie media   | 3,7      | 124      | 32       | 1.035      |
| Valore economico CO <sub>2</sub><br>[€/anno]               | 4.011    | 169.748  | 40.630   | 10.201.140 |
| Valore economico PM10<br>[€/anno]                          | 3.242    | 114.735  | 28.518   | 799.167    |
| Valore economico<br>legname da lavoro<br>[€/anno]          | 100      | 7.608    | 1.079    | 94.801     |
| Valore economico legna<br>da ardere [€/anno]               | 148      | 7.443    | 1.670    | 72.108     |
| Valore economico<br>legname per uso<br>energetico [€/anno] | 139      | 10.845   | 1.537    | 135.248    |
| Valore economico<br>castagna [€/anno]                      | 41       | 5.226    | 339      | 87.853     |
| Valore economico funghi<br>[€/anno]                        | 187      | 6.296    | 1.636    | 52.374     |
| Valore economico totale<br>[€/anno]                        | 7.868    | 321.901  | 75.408   | 11.442.691 |

Figura 4.6.5 - Valori medi della caratteristica valore economico dei SE di ogni gruppo.  
Fonte: elaborazione propria.

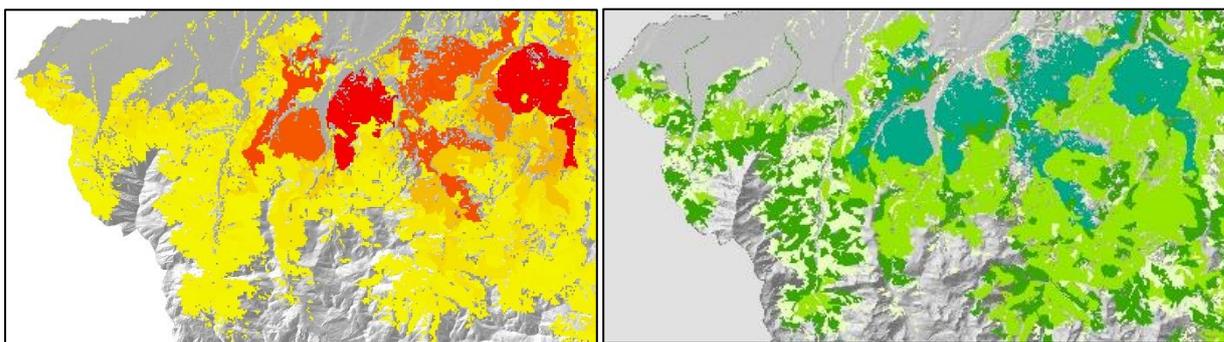
| VALORI BIOFISICI                               |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|
|  | Gruppo 1 | Gruppo 2 | Gruppo 3 | Gruppo 4 |
| Superficie media [ha]                          | 3,68     | 124,37   | 32,3     | 1034,54  |
| CO <sub>2</sub> assorbita<br>[t/ha/anno]       | 69,7     | 87,3     | 80,5     | 630,7    |
| PM <sub>10</sub> assorbito<br>[kg/ha/anno]     | 182,5    | 191,1    | 182,9    | 160,0    |
| Legna da ardere<br>prelevabile<br>[mc/ha/anno] | 0,5      | 0,8      | 0,7      | 0,9      |
| Legname energetico<br>[mc/ha/anno]             | 0,8      | 1,9      | 1,0      | 2,8      |
| Legname da lavoro<br>[mc/ha/anno]              | 0,4      | 0,8      | 0,5      | 1,2      |
| Castagna [kg/ha/anno]                          | 0,1      | 14,3     | 0,9      | 240,0    |
| Funghi [kg/ha/anno]                            | 7064,2   | 255,0    | 1,0      | 7,0      |

Figura 4.6.6 - Valori medi della caratteristica valori biofisici, per ogni gruppo.  
Fonte: elaborazione propria.

La possibilità di analizzare le caratteristiche di ogni gruppo permette di capire perché un determinato bosco ha un valore economico totale alto o basso, cioè si può individuare quale valore di SE concorre maggiormente al VET. In questo modo, è possibile superare il problema che si presenta con l'uso del solo VET come indicatore. Riportando i dati sul raggruppamento su Gis si ottiene la loro localizzazione e quindi una mappa che classifica il bosco secondo le classi (*figura 4.6.7*), (*carta 57*) che può essere letta in modo complementare con la mappatura del VET. Avendo a disposizione simili dati, sarà possibile utilizzarli per pianificare tenendo conto anche delle esigenze del luogo.

Lo svantaggio emerso è quindi quello legato al calcolo del valore dei SE, ossia le successive caratteristiche dell'unità, che deve essere fatto in modo tale da ricondursi, sempre alla stessa geometria dell'unità, in questo caso le sezioni del PFT. Pertanto, calcolando i valori dei SE con strumenti Gis bisogna avere sempre lo stesso numero di elementi con la stessa geometria, a cui riferire i valori, poi caratteristiche in R. Quest'ultimo inconveniente potrebbe essere risolto se sin dall'inizio si lavora su base raster piuttosto che su base vettoriale.

La *figura 4.6.7* è un esempio di confronto tra gli output dei due metodi. Dalla prima si conosce il valore economico totale di un bosco, e andando successivamente a leggere la *carta 57* si scopre a quale gruppo appartiene quel bosco e quindi le relative caratteristiche allegate.



*Figura 4.6.7 - Confronto tra i risultati del VET (a sinistra) e della cluster analysis (a destra).  
Fonte: elaborazione propria.*

Facendo un'analisi dei gruppi, si può inoltre sapere quale categoria forestale è maggiormente presente per ognuno, come si vede dalle tabelle in *figura 4.6.8*. Nel gruppo 1 prevalgono castagneti e querceti, nel secondo anche le faggete, e nel terzo si aggiungono i robinieti. Interessante è quello che accade al gruppo 4 in cui ci sono solo i castagneti.

| GRUPPO 1                            |                 |            | GRUPPO 2            |                 |            |
|-------------------------------------|-----------------|------------|---------------------|-----------------|------------|
| Categoria Forestale                 | Superficie [ha] |            | Categoria Forestale | Superficie [ha] |            |
| Impianti per arboricoltura da legno | 276             | 1%         | Abetine             | 490             | 1%         |
| Abetine                             | 269             | 1%         | <b>Castagneti</b>   | <b>19.898</b>   | <b>52%</b> |
| Aceri-tiglio-frassineti             | 1.030           | 4%         | Cerrete             | 175             | 0%         |
| Alneti                              | 255             | 1%         | <b>Faggete</b>      | <b>7.145</b>    | <b>19%</b> |
| <b>Castagneti</b>                   | <b>5.273</b>    | <b>18%</b> | Lariceti e cembrete | 1.756           | 5%         |
| Cerrete                             | 657             | 2%         | Orno-ostrieto       | 705             | 2%         |
| Faggete                             | 2.379           | 8%         | Pinete              | 864             | 2%         |
| Lariceti e cembrete                 | 119             | 0%         | <b>Querceti</b>     | <b>6.749</b>    | <b>18%</b> |
| Orno-ostrieto                       | 713             | 2%         | Robineti            | 178             | 0%         |
| Pinete                              | 511             | 2%         | Rimboschimenti      | 199             | 1%         |
| <b>Querceti</b>                     | <b>6.938</b>    | <b>24%</b> | <b>TOTALE</b>       | <b>38.159</b>   |            |
| Robineti                            | 5.632           | 19%        |                     |                 |            |
| Saliceti e pioppeti                 | 866             | 3%         |                     |                 |            |
| Rimboschimenti                      | 867             | 3%         |                     |                 |            |
| Boscaglie                           | 3.133           | 11%        |                     |                 |            |
| <b>TOTALE</b>                       | <b>28.917</b>   |            |                     |                 |            |

Figura 4.6.8 - Categorie forestali prevalenti per gruppo.  
Fonte: elaborazione propria.

| GRUPPO 3                |                 |            | GRUPPO 4            |                 |
|-------------------------|-----------------|------------|---------------------|-----------------|
| Categoria Forestale     | Superficie [ha] |            | Categoria Forestale | Superficie [ha] |
| Abetine                 | 414             | 1%         | Castagneti          | 7.242           |
| Aceri-tiglio-frassineti | 303             | 1%         |                     |                 |
| Alneti                  | 86              | 0%         |                     |                 |
| <b>Castagneti</b>       | <b>7.505</b>    | <b>24%</b> |                     |                 |
| Cerrete                 | 556             | 2%         |                     |                 |
| <b>Faggete</b>          | <b>7.981</b>    | <b>26%</b> |                     |                 |
| Lariceti e cembrete     | 382             | 1%         |                     |                 |
| Orno-ostrieto           | 1.346           | 4%         |                     |                 |
| Pinete                  | 472             | 2%         |                     |                 |
| <b>Querceti</b>         | <b>6.770</b>    | <b>22%</b> |                     |                 |
| <b>Robineti</b>         | <b>3.936</b>    | <b>13%</b> |                     |                 |
| Saliceti e pioppeti     | 351             | 1%         |                     |                 |
| Rimboschimenti          | 516             | 2%         |                     |                 |
| Boscaglie               | 636             | 2%         |                     |                 |
| <b>TOTALE</b>           | <b>31.254</b>   |            |                     |                 |

Figura 4.6.8 - Categorie forestali per gruppo. Fonte: elaborazione propria.

## **La valutazione dei servizi ecosistemici e la pianificazione**

Alla luce di quanto sottolinea la TEEB (2013), è importante rendere il valore dei servizi ecosistemici, parte del processo decisionale. Questo capitolo si focalizza sulla possibile integrazione dei risultati alla pianificazione territoriale e alla green economy, e quindi sugli orientamenti che possono essere forniti.

Si struttura in tre parti dove la prima tratta indirizzi generali per l'attività di pianificazione, a prescindere dal tipo di ecosistema si sia valutato e dal livello di pianificazione. Si espone l'approccio ecosistemico che la pianificazione dovrebbe assumere, e il ruolo dei valori dei SEF nelle strategie sullo sviluppo sostenibile e sull'adattamento al cambiamento climatico. La seconda parte approfondisce il necessario passaggio dell'economia al modello green, in cui la pianificazione può collaborare nel definire meccanismi di PES sulla base dei valori dei servizi ecosistemici. La terza, infine, si focalizza sull'orientamento che i valori ecosistemici forestali possono dare agli strumenti di pianificazione piemontesi, considerando il PTR e PPR, e quelli della pianificazione forestale e di assetto idrogeologico.

### **5.1 Orientamenti generali per la pianificazione**

#### **5.1.1. L'approccio ecosistemico: reti ecologiche e infrastrutture verdi per salvaguardare le funzioni ambientali**

L'obiettivo della valutazione dei SE è quello di esplicitarne il valore al fine di salvaguardarli, pertanto la pianificazione dovrebbe assumere un approccio cosiddetto *ecosistemico*. A livello internazionale viene raccomandato tale orientamento per pianificare il territorio, che comprende quello delle reti ecologiche e delle *green infrastructures*. Tra i principi dell'approccio ecosistemico, quello prioritario è la conservazione degli ecosistemi al fine di mantenerne i servizi, cosa che può avvenire quando l'ambiente è ricco di biodiversità. Si focalizza sulla conservazione della natura in modo sistemico in cui il lavoro valutativo dei SE permette di inserire il valore

dell'ambiente nei processi decisionali. La valutazione fornisce dunque una base per prevedere reti ecologiche e investimenti nelle infrastrutture verdi che permettono di garantire un'offerta continuativa di SE.

La rete ecologica viene definita come:

“sistema interconnesso di aree con differente grado di naturalità [...] e connessioni ecologico-ambientali, lineari o areali, che assolvono alla conservazione [...] della biodiversità, al recupero e mantenimento dell'equilibrio ecologico-spaziale nei processi di governo del territorio” (Todaro, 2010: 165).

Pianificare attraverso reti ecologiche permette di tutelare l'ambiente in modo diffuso e di proteggere la biodiversità mantenendo la connessione tra gli habitat, evitandone la frammentazione. Una rete ecologica, formata da aree centrali, corridoi ecologici, aree puntiformi, supera il tradizionale meccanismo inteso a conservare le singole aree naturali, in favore di uno che guarda all'intero habitat<sup>23</sup>. In Italia, la realizzazione delle reti ecologiche ha avuto diversi esiti, spesso producendo strategie che orientano le politiche di conservazione o gli strumenti di pianificazione. In alcuni casi sono stati definiti sistemi di parchi nazionali o regionali, in altri si sono focalizzati sulle relazioni tra riserve naturali o riguardo all'uso del suolo (Todaro, 2010).

L'ISPRA sottolinea che il concetto di rete ecologica si è evoluto in quello di infrastrutture verdi, o *green infrastructures*, il cui obiettivo, oltre a conservare la biodiversità, è di promuovere e mantenere i servizi ecosistemici (<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/biodiversita-1/reti-ecologiche-e-pianificazione-territoriale>). Il concetto, nato in America già negli anni '90, è entrato a far parte dei documenti comunitari nel 2009, con il Libro Bianco “*L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*”; COM (2009) 147 definitivo che offre questa definizione:

“Per infrastruttura verde s'intende la rete interconnessa di zone naturali, quali alcuni terreni agricoli come gli itinerari verdi (*greenways*), le zone umide, i parchi, le riserve forestali e le comunità di piante indigene, e di zone marine che naturalmente regolano i flussi delle precipitazioni, la temperatura, il rischio di alluvioni e la qualità delle acque, dell'aria e degli ecosistemi” (CE, 2009).

---

<sup>23</sup> Il progetto delle reti ecologiche è sostenuto a livello internazionale attraverso numerose iniziative, tra cui un esempio è la Rete Natura 2000. Un ulteriore progetto è EECONET (Environmental Ecological Network) che propone una rete ecologica europea per valorizzare la biodiversità e accrescere la sostenibilità degli ecosistemi, integrando politiche di conservazione ambientale con quelle di altri settori.

Nello specifico si tratta di pianificare reti tra aree naturali e semi-naturali (ossia quelle agricole o periurbane), mantenendo il reciproco collegamento in una logica non frammentata per permettere di conseguenza l'offerta di servizi ecosistemici e la protezione della biodiversità (European Commission, 2013; Landscape Institute, 2013; Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2014).

I benefici che le infrastrutture verdi forniscono sono molti, di tipo ambientale, economico e sociale e la loro multifunzionalità le rivela come uno strumento che orienta la pianificazione verso un'ottica sostenibile. L'ambiente viene tutelato e messo in grado di svolgere al meglio le funzioni ecologiche e quindi fornire servizi ecosistemici. La biodiversità oltre ad essere protetta viene aumentata, il che sostiene il raggiungimento degli obiettivi degli accordi internazionali a riguardo, come il target 2 della strategia europea sulla biodiversità:

“By 2020, ecosystems and their services are maintained and enhanced by establishing green infrastructure and restoring at least 15% of degraded ecosystems”.

Rappresentano in aggiunta, un importante contributo al passaggio alla green economy, che sostiene iniziative per incrementare il benessere della popolazione, non impattanti eccessivamente sull'ambiente. Infine, un importante beneficio è la protezione dagli effetti del cambiamento climatico, sostenendo soprattutto le strategie di adattamento. Ad esempio, aumentando la funzione ecologica di protezione dall'erosione del suolo è possibile prevenire disastri idrogeologici dovuti ad eventi climatici estremi.

Le infrastrutture verdi sono anche soluzioni economicamente migliori di quelle ingegneristiche solitamente usate per affrontare dissesti idrogeologici. È stato visto che riducono i danni e le relative spese di riparazione, sono più durevoli nel tempo, meno costose e permettono di intraprendere attività innovative. Tuttavia, poiché i vantaggi delle *green infrastructures* sono soprattutto qualitativi, difficili da quantificare economicamente, tendono a rimanere in secondo piano (Naumann, et al, 2011; European Commission, 2013). A tal proposito, i risultati di una valutazione economica dei SE permetterebbero di esplicitare il ruolo delle *green infrastructures*, e quindi procedere individuando i progetti che meglio garantiscono connettività e incremento della biodiversità (Civic & Siuta, 2014)<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> In Europa esistono diverse esperienze di green infrastructures, come le green belts attorno alle città inglesi, o l'Anella verde di Barcellona. Questa tipologia permette, inoltre, di frenare il consumo di suolo e tutti gli impatti negativi ad esso collegati. In Italia, invece, poche città hanno intrapreso simili iniziative,

Dalla definizione di infrastrutture verdi fornita dall'Unione Europea emerge che anche l'area forestale è parte della rete. Ad esempio, nelle cinture verdi attorno alle città è possibile avviare progetti di riforestazione, incrementando servizi ecosistemici che possono avvantaggiare l'area urbana attorno. Progetti di *green infrastructures* in aree forestali sono soprattutto intrapresi a scala regionale o nazionale. La pianificazione può contribuire in modo positivo a questo tipo di progettazione, assumendo l'approccio sia a livello urbano sia a scala regionale, dai piani paesaggistici e territoriali e quelli settoriali, come i piani forestali (Naumann, et al, 2011).

### **5.1.2 Il valore dei SEF per le strategie sullo sviluppo sostenibile e sull'adattamento al cambiamento climatico**

Conoscere il valore dei SE forestali è utile alla pianificazione anche per perseguire gli obiettivi delle strategie nazionali sullo sviluppo sostenibile e sull'adattamento climatico. Recentemente l'Italia si è dotata della *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile* che recepisce gli obiettivi dell'Agenda 2030 dell'ONU (SDGs), inserendoli nel quadro nazionale.

La valutazione dei SE forestali potrebbe rispondere a due obiettivi trasversali posti dalla strategia, quello che intende “Migliorare la conoscenza sugli ecosistemi naturali e sui servizi ecosistemici” e “Migliorare la conoscenza su stato qualitativo e quantitativo e uso delle risorse naturali, culturali e dei paesaggi”. Considerando le specifiche aree, il valore dei servizi ecosistemici forestali trova spazio in modo esplicito nella scelta dell'area “Pianeta” di arrestare la perdita di biodiversità, nell'obiettivo cinque *“Integrare il valore del capitale naturale (degli ecosistemi e della biodiversità) nei piani, nelle politiche e nei sistemi di contabilità”*. La strategia individua tale scopo non solo per salvaguardare la biodiversità, ma anche per promuovere consumi sostenibili.

In modo più implicito, i valori dei SE possono essere utili nell'ambito della gestione sostenibile delle risorse naturali, per supportare e raggiungere diversi obiettivi, soprattutto nella riduzione delle emissioni inquinanti e nella gestione sostenibile delle foreste. Infine, visti i legami con il sistema socioeconomico, svolgono un ruolo importante anche nell'area strategica della prosperità, per affermare modelli sostenibili di produzione e

---

una è Torino in cui è stata progettata recentemente la Cintura Verde (European Commission, 2013; Landscape Institute, 2013).

consumo e per decarbonizzare l'economia. La strategia comprende l'area della partnership, tra i cui interventi appare quello sull'ambiente, cambiamenti climatici ed energia per lo sviluppo. Tra gli obiettivi, la promozione di riforestazioni è quello a cui la valutazione dei SEF può contribuire, anche in modo indiretto (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2017).

Valutare i servizi ecosistemici forestali può essere di supporto alle azioni di adattamento al cambiamento climatico, per il quale l'Italia ha recentemente elaborato un piano nazionale. Dopo una prima parte dedicata alla conoscenza dello scenario attuale e futuro, il Piano espone le azioni di adattamento distinguendole in *green, soft e grey*. Si tratta di una classificazione usata a livello internazionale, intendendo con *grey* gli interventi di tipo ingegneristico, tecnologico; con *soft* quelle mirate a preparare le popolazioni ad affrontare il cambiamento climatico. Infine, quelle *green* sono misure che lavorano con la natura, che coinvolgono anche le foreste e nelle quali la pianificazione può agire particolarmente (EEA, 2012).

Il Piano nazionale sull'adattamento al cambiamento climatico, nel database di azioni, definisce una macrocategoria di "soluzioni basate sui servizi ecosistemici", di cui dedica una categoria agli ecosistemi forestali e agroforestali (*figura 5.1.1*). Valutare i SEF esplicita il ruolo delle foreste spingendo la pianificazione ad intervenire per migliorare la loro gestione. I valori sull'assorbimento di carbonio e sulla protezione dai dissesti idrogeologici soprattutto possono indurre a intervenire nella riforestazione che di conseguenza permetterà di aumentare lo stoccaggio di CO<sub>2</sub>, e ridurre i danni economici e/o ambientali provocati dai dissesti (CEMCC, 2017).

| Categorie                                    | Principali tipi di misura  | Indicatori di efficacia   |
|--|--|---|
| <i>Ecosistemi forestali e agro-forestali</i> | Tutti i principali tipi di misura di questa categoria  | Aumento della produttività forestale  |
|  |  | Aumento (assoluto (ha) e relativo (%)) della superficie forestale                   |
|  |  | Aumento del numero di specie forestali  |
|  | Gestione degli ecosistemi forestali / Gestione selvicolturale per la prevenzione dei rischi                    | Aumento dello stoccaggio di carbonio forestale                                      |
|  |  | Riduzione dei danni (economici o ambientali) degli incendi boschivi                 |
|  |  | Riduzione dei danni (economici o ambientali) dei fenomeni di dissesto idrogeologico |
|  | Gestione degli ecosistemi forestali / Gestione selvicolturale per la tutela e conservazione della biodiversità | Miglioramento dello status ecologico delle acque                                    |
|  |  | Aumento (assoluto (N.) e relativo (%)) delle frequenze turistiche                   |

*Figura 5.1.1 - Azioni di adattamento al cambiamento climatico dell'ecosistema forestale.*  
Fonte: CMCC, 2017.

Un ulteriore programma i cui obiettivi sono raggiungibili anche attraverso azioni della pianificazione è il Programma dello Sviluppo Rurale 2014-2020 (PSR) che il Piemonte ha sviluppato in accordo al “*Regolamento (UE) n. 1305/2013 del parlamento europeo e del consiglio del 17 dicembre 2013 sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)*”. Contiene tre fondamentali obiettivi, uno dei quali è “contribuire alla gestione sostenibile delle risorse naturali e all’azione per il clima”.

## **5.2 Pianificazione territoriale e Green Economy**

Definire il valore dei servizi ecosistemici è importante anche per supportare il passaggio del modello economico verso quello green.

La crisi attuale non riguarda solo l’ambito economico e finanziario, ma anche quello ambientale, caratterizzata da un cattivo uso del capitale naturale. Il modello tradizionale, definito *brown economy*, si contrappone alla *green economy* cui si aspira oggi, per il modo in cui vengono sfruttate e considerate le risorse naturali. Nel primo caso sono utilizzate in modo persistente, credendo nella loro illimitata presenza, mentre la *green economy* è attenta alla qualità dell’ambiente, alle conseguenze delle attività antropiche sulla natura, intendendo garantire il benessere delle popolazioni attuali e del futuro. Riconosce il ruolo e il valore degli ecosistemi anche per l’economia, pertanto si configura come un nuovo modello in grado di supportare il raggiungimento dello sviluppo sostenibile. L’UNEP, che opera a livello internazionale ricorda che per invertire la tendenza di usare il capitale naturale in modo insostenibile, è necessario internalizzare i costi delle perdite ambientali, della scarsità ecologica e della distruzione degli ecosistemi attraverso apposite misure (UNEP, 2011).

Per raggiungere il passaggio alla *green economy* è necessario un lavoro di cooperazione tra diversi settori. Anche la pianificazione territoriale ambientale può intervenire in modo positivo per definire meccanismi con il sistema economico, attraverso cui migliorare la gestione ambientale e a incentivare investimenti nell’ambiente (*figura 5.2.1*). Oltre a ciò occorre rivalutare alcune concezioni e miti sul modello economico green, primo fra tutti il fatto che sia inconciliabile il progresso economico e la sostenibilità ambientale. Contrariamente a ciò, numerosi ambiti *green* possono fornire innovative opportunità di investimento, crescita e lavoro. In secondo luogo, la *green economy* è un

approccio assumibile non solo dai paesi industrializzati, ma anche da quelli in via di sviluppo dei quali potrebbe migliorare la situazione di povertà. Infatti, usare risorse rinnovabili e gestire in modo sostenibile gli ecosistemi, permette di conservare l'ambiente da cui molte popolazioni povere dipendono, riducendo le disparità tra paesi ricchi e poveri (UNEP, 2011; Mancuso & Morabito, 2012).

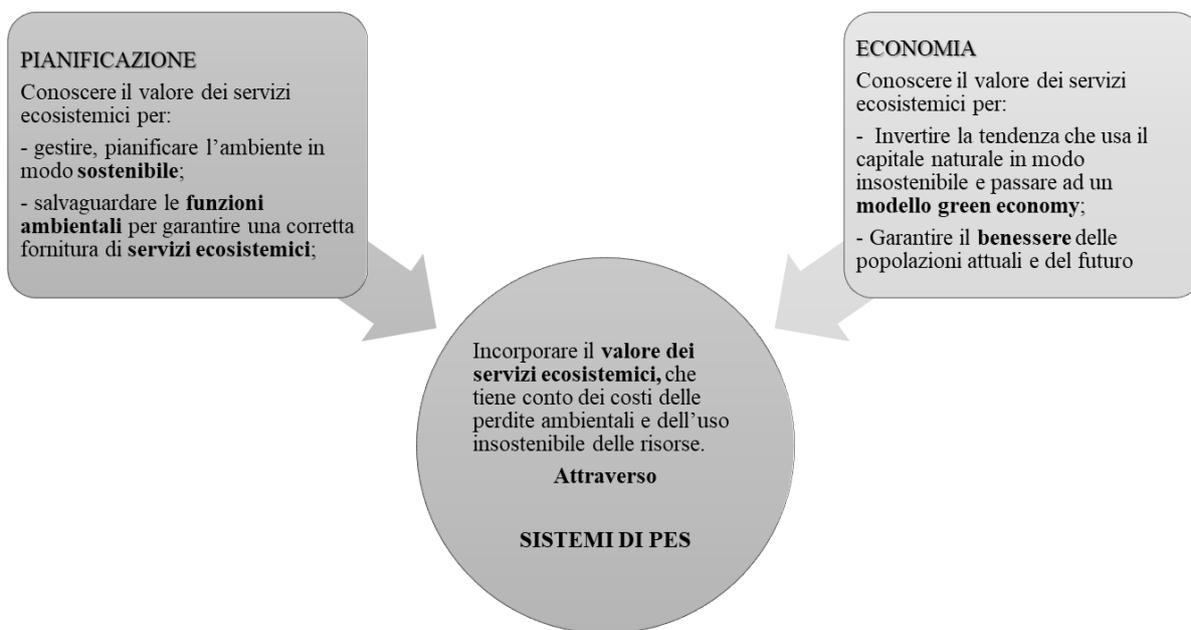


Figura 5.2.1 - Schema riassuntivo che mostra le relazioni tra gli obiettivi della pianificazione territoriale e il sistema economico.

Fonte: elaborazione propria.

Il Piemonte sostiene la crescita di un'economia verde attraverso diversi strumenti, tra cui i *Green Public Procurement* (GPP), o Appalti verdi, e strumenti volontari di ecogestione. I GPP permettono di attuare le strategie europee rispetto ai consumi e alle produzioni sostenibili, e riguardano criteri di qualificazione ambientale nell'acquisto di beni e servizi da parte delle PA. Gli strumenti volontari di ecogestione servono per integrare decisioni e politiche ambientali nelle scelte delle PA, degli attori economici e sociali. Questi comprendono strumenti per la certificazione di sostenibilità del prodotto e servizio (marchio ecolabel) e della gestione ambientale delle imprese (marchio Emas). Un altro strumento di supporto alla green economy è la Rete regionale delle Agende 21 Locali, che diffonde informazioni, conoscenze, pratiche sui principi di sostenibilità, avviando anche relativi percorsi formativi ([http://www.regione.piemonte.it/ambiente/sost\\_amb/green\\_circular\\_economy.htm](http://www.regione.piemonte.it/ambiente/sost_amb/green_circular_economy.htm), consultato il 16/5/2018).

In conclusione, il passaggio alla *green economy* è un traguardo da raggiungere in modo comune, che non riguarda solo meccanismi industriali poiché consiste in un modo diverso di pensare allo sviluppo e alla crescita, tale che avvenga nel rispetto dell'ambiente.

### 5.2.1 Il sistema dei PES per la pianificazione e la *green economy*

Un meccanismo che supporta il passaggio alla *green economy*, in cui può essere attore la pianificazione, è quello dei PES, ossia il sistema di Pagamento per i Servizi Ecosistemici. Esso è basato sul principio per cui chi fruisce dei servizi paga chi li gestisce e li mantiene, che a sua volta lavora per garantirne la continua fornitura (*figura 5.2.2*).



*Figura 5.2.2 - Schema del funzionamento dei PES.*

*Fonte: Marino, 2017:17.*

Questo sistema, per funzionare correttamente, deve avere alcuni caratteri (Smith et al, 2013):

- deve essere volontario;
- il beneficiario è colui che paga, e può essere un individuo singolo, una comunità, un governo o imprenditori;
- i fornitori sono pagati direttamente o attraverso un intermediario;
- i pagamenti dipendono dai benefici dei servizi ecosistemici;
- è necessario assicurare la continua fornitura del servizio ecosistemico ed evitare che la sua cura danneggi o ne degradi un altro.

Il sistema rappresenta un mezzo per migliorare la gestione dell'ambiente, proteggere la biodiversità, valorizzare gli ecosistemi ed evitarne il degrado. Inoltre, incentiva anche le imprese a investire risorse per la cura dell'ambiente, i cui servizi gli sono necessari (Marino, 2017), sostenendo il passaggio alla *green economy*. Ad esempio, in Piemonte, a scala locale numerose aziende e imprese sono orientate verso una crescita "*smart e green*", che le porta a proporre innovative iniziative, sostenibili e rispettose dell'ambiente.

L'UNCEM Piemonte (2017) ha raccolto, con il progetto dedicato alla smart e green community, idee di imprese, associazioni e soggetti che intendono investire in modo sostenibile per campi diversi.

Nel momento in cui si definisce un sistema di PES, è importante anche renderlo consistente con gli obiettivi di sviluppo sostenibile presenti per l'area, e comprendere le opportunità che lo schema può trarre. Infine, dovrebbe essere incluso un quadro di rischio in modo da evitare di danneggiare altri ecosistemi o altri servizi, e di stabilire pagamenti ingiusti (Smith et al, 2013). Conoscere bene l'ambiente, i servizi che offre e valutare questi anche economicamente è basilare per poter stabilire degli accordi tra fruitori che dovranno investire, e i gestori. Infatti, secondo Smith et al (2013), per implementare un sistema di PES gli attori dovranno porsi delle domande, tra cui: “*Quanto è disposto a pagare per il servizio in questione?*” e “*Qual è il valore del suo prodotto per un potenziale compratore?*”. Ciò mostra l'utilità di conoscere il valore economico dei SE.

Il pagamento nel sistema PES può avvenire in tre modi, pubblico, privato o un misto di questi. È pubblico se sono coinvolti i governi, che pagano affinché i cittadini usufruiscano dei benefici dei SE; privato, quando i beneficiari contattano direttamente i fornitori dei SE; pubblico-privato se il pagamento avviene con fondi sia pubblici sia privati. Gli schemi di PES possono inoltre distinguersi per la scala spaziale. Quella internazionale, dove la relazione è tra paesi come nei progetti REDD+ (cfr. 2.2.2), nazionale, nel caso in cui sia lo stato a pagare i fornitori, oppure a scala locale, dove il rapporto è tra un bacino di utenza ristretto (Smith et al, 2013; Marino, 2017).

Esistono diversi paesi che hanno sviluppato sistemi di PES da porre ad esempio. L'*English Woodland Grant Scheme* intende sostenere i benefici per la società mantenendo le foreste esistenti e investendo in nuovi boschi. Questo vede come fruitore/investitore il governo inglese, come gestore i proprietari delle foreste e come intermediari la commissione forestale. Un altro esempio è lo *Slowing the flow at Pickering*, nel North Yorkshire, che intende investire per migliorare la protezione idrogeologica attraverso la gestione del suolo e le opere di forestazione, per avere una migliore qualità dell'acqua, e protezione del suolo. In questo caso i fruitori sono molti, i gestori sono i proprietari pubblici e privati dei territori, e l'intermediario è il Forest Research (Smith et al, 2013).

In Italia, la legge 221 del 2015 delega il Governo a introdurre sistemi di remunerazione dei servizi ecosistemici e ambientali (articolo 70), che devono individuare in modo specifico i servizi da remunerare e il loro valore. Pertanto, la valutazione dei SE risulta il primo passaggio per poter procedere e stabilire PES. Trattando i servizi ecosistemici forestali, emerge che per salvaguardarli può essere utile stabilire sistemi PES, sia attraverso la pianificazione forestale sia quella del PAI, considerando la relazione tra foresta e protezione idrogeologica. Ad esempio, risulterebbero utili per gestire gli interventi necessari alla difesa dai dissesti, come nel caso inglese del North Yorkshire.

È necessario ribadire che la ragione per cui si utilizzano i valori economici dei servizi forestali, non è quella di renderli commerciabili, ma di sensibilizzare per intervenire a gestire in modo sostenibile le risorse forestali.

### **5.3. Il valore dei servizi ecosistemici forestali per gli strumenti di pianificazione piemontesi**

#### **5.3.1. Orientamenti per la gli strumenti pianificatori: PTR e PPR**

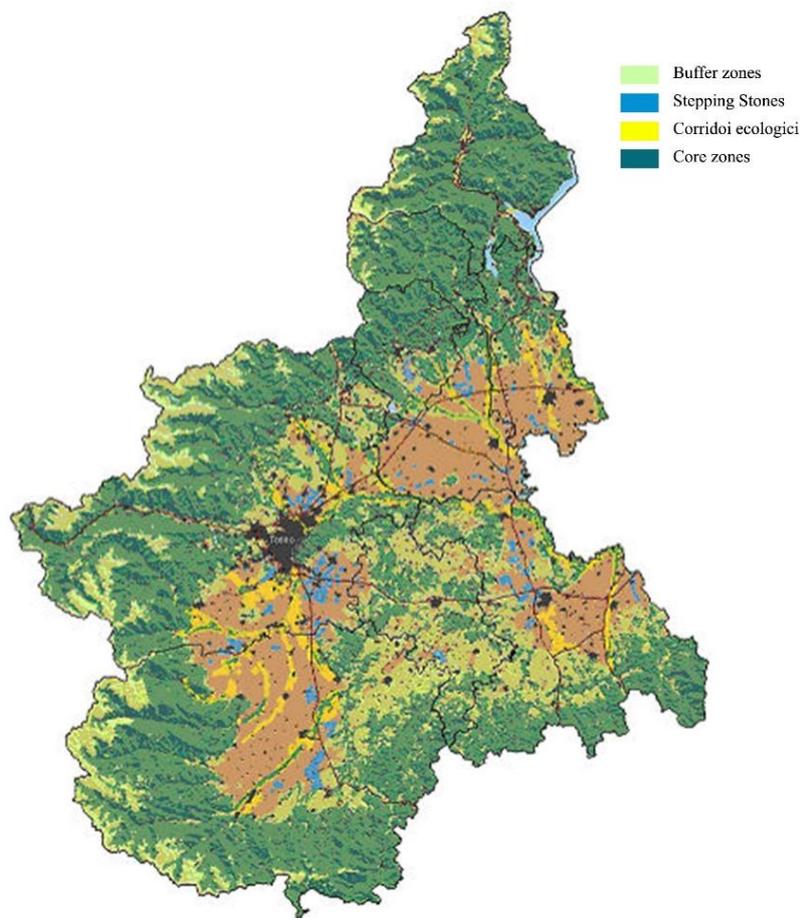
Concentrando l'analisi sulla situazione piemontese, sono presi in considerazione gli strumenti di pianificazione d'area vasta (PTR e PPR), analizzandoli sia rispetto all'approccio ecosistemico, sia ai contenuti specifici sulle risorse forestali con una considerazione sul modo in cui si allineano agli obiettivi del PSR.

La prima analisi riguarda l'approccio attualmente assunto da questi strumenti, se, e in quali termini, esistono riferimenti a quello ecosistemico e alla valutazione dei SE. Esaminando il Piano Territoriale Regionale (PTR) e quello Paesaggistico (PPR) (Regione Piemonte, 2011; 2017b), non emergono riferimenti espliciti, tuttavia, in entrambi compaiono obiettivi di valorizzazione del patrimonio ambientale in un'ottica sostenibile. Il PPR include tra le linee strategiche quelle per la "salvaguardia e valorizzazione della biodiversità e del patrimonio naturalistico-ambientale", tralasciando cenni alle valutazioni ambientali di tipo economico. Per quanto riguarda invece le *green infrastructures*, esistono richiami nel piano paesaggistico (in quanto è il più recente) prevedendo la progettazione di infrastrutture verdi per ridurre la frammentazione ecosistemica e territoriale. In particolare, tra le strategie "**l'implementazione delle**

**infrastrutture verdi e dei servizi ecosistemici”** (Regione Piemonte, 2017b: 74) intende diffondere una rete di aree naturali ben connesse, in modo da mantenere le funzioni ecosistemiche. Invece, maggiore interesse è posto per le reti ecologiche, di cui si trovano riferimenti in tutti e tre i piani. Il PTR tratta la Rete Ecologica Regionale (*figura 5.3.1*) che il Piemonte intende realizzare includendovi il sistema delle aree protette, i SIC, ZPS e ZSC, i corridoi ecologici e le connessioni naturali.

Il piano paesaggistico contiene riferimenti alla Rete Ecologica Regionale, contribuendo a realizzarla per evitare che gli habitat si frammentino e che perdano biodiversità (Regione Piemonte, 2011). Oltre a questa, il PPR prevede la “Rete di connessione paesaggistica”, formata da elementi della rete ecologica regionale, della storico-culturale (ossia i sistemi di valorizzazione del patrimonio culturale), e di quella fruitiva (comprende mete storico-culturali e naturali) (Regione Piemonte, 2017b).

Analizzando i contenuti del PTR e PPR rispetto al patrimonio forestale, emerge che introdurre i valori dei servizi ecosistemici forestali può migliorare il quadro conoscitivo del territorio e la definizione di indicazioni, direttive per garantire una gestione sostenibile e la valorizzazione delle risorse. Inoltre, permettono di considerare il bosco non solo come una risorsa da tutelare attraverso un vincolo, ma come una realtà dinamica, il cui valore può cambiare nel tempo. Questo ruolo multifunzionale è riconosciuto anche dal PSR, che sottolinea il loro contributo dal punto di vista sociale, ambientale, economico, produttivo, le cui misure per le risorse forestali potrebbero essere accolte dai piani.



*Figura 5.3.1 - Carta della Rete Ecologica Regionale. (Arpa Piemonte).*

Il PTR individua una sezione dedicata ai boschi dei quali sottolinea il ruolo multifunzionale, anche da un punto di vista economico. I risultati della valutazione dei SEF potrebbero influire sul contenuto degli articoli 28 e il 29, che trattano i territori collinari e montani, per i quali si intende promuovere la produzione agroforestale, interventi di controllo e valorizzazione ambientale. Importante è l'articolo 30, riferito alla sostenibilità ambientale, nel quale emergono possibilità di definire sistemi di PES. L'articolo 32 si concentra sul tema della difesa del suolo, in cui la valutazione dei SE potrebbe supportare le azioni di conoscenza del territorio in merito al ruolo protettivo delle foreste.

Il contenuto del PTR si presta a includere le misure del PSR rispetto agli *“investimenti nello sviluppo delle aree forestali e nel miglioramento della redditività delle foreste”*, con azioni volte a sostenere la forestazione e l'imboschimento, alla prevenzione dei danni e investimenti per accrescere la resilienza e il pregio ambientale delle foreste. In aggiunta la misura sui *“servizi silvo-climatico-ambientali e salvaguardia della foresta”* riconosce il ruolo delle funzioni forestali nel fornire benefici il cui valore è difficile da monetizzare, ma molto alto per cui la valutazione dei SEF potrebbe essere utile.

Nel piano paesaggistico la valutazione dei SE forestali può concorrere agli obiettivi previsti dall'articolo 16 per il patrimonio forestale, che nello specifico riguardano la gestione attiva, valorizzazione del loro ruolo, conservazione della biodiversità. Possono concorrere a definire gli indirizzi delle funzioni prevalenti boschive, e le direttive ai piani locali, e individuare gli interventi finalizzati a mantenere i servizi ecosistemici. Anche il PPR può accogliere le misure del PSR prima descritte, dimostrando così di considerare il bosco per il ruolo multifunzionale, da salvaguardare in modo attivo.

### **5.3.2. Orientamenti per la pianificazione forestale: la gestione sostenibile**

Considerando la pianificazione di settore, conoscere il valore dei servizi ecosistemici forestali è utile a quella forestale. Il PFR (Regione Piemonte, 2017a) attuale riconosce il ruolo multifunzionale delle foreste e intende incrementarne la sensibilità e conoscenza da un punto di vista culturale, economico ed ambientale. Nell'analisi dei problemi, infatti, si sottolinea la generale scarsa conoscenza del valore delle funzioni dei boschi e della poca sensibilità per la gestione delle foreste. In linea con gli accordi internazionali, si individuano le funzioni dei boschi andando oltre quelle produttiva e protettiva,

includendovi anche la naturalistica, la turistico-ricreativa, l'evoluzione libera. Il piano, oltre all'analisi dei problemi, propone quella degli obiettivi, focalizzata sulla valorizzazione del patrimonio forestale orientata alla sostenibilità. Interessante è il fatto che esista l'intenzione di monetizzare le esternalità positive, ossia di valutare economicamente i servizi ecosistemici offerti dalle foreste.

La legge forestale del Piemonte, la **l.r. n. 4/2009**, si orienta alla “gestione e promozione economica delle foreste” di cui considera il ruolo multifunzionale, definisce il bosco e riorganizza le norme per i tagli boschivi. La valutazione dei SE consentirebbe di guidare la pianificazione forestale verso la gestione sostenibile, che tiene conto dei servizi ecosistemici ed è supportata dalla strategia nazionale dello sviluppo sostenibile, che promuove lavori di riforestazione.

La gestione sostenibile delle foreste (GSF) è un concetto introdotto in Europa con la conferenza di Helsinki, i cui criteri, nati contestualmente<sup>25</sup>, si basano sui servizi ecosistemici. Oltre a ciò si introdussero schemi di certificazione, i cui principali sono il FSC (*Forest Stewardship Council*), e il PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*), ossia soggetti indipendenti che attestano la provenienza dei prodotti da una foresta gestita in modo sostenibile. In questo modo si intende salvaguardare l'ecosistema forestale e tutelarlo, garantendo che le attività svolte non lo danneggino e degradino (<https://it.fsc.org/it-it/certificazioni/i-principi-e-criteri-fsc>). I due sistemi, seppur diversi, hanno criteri comuni per il rilascio delle certificazioni, tra cui l'attenzione alla biodiversità e la sostenibilità delle coltivazioni e riforestazione.

Analizzando il piano strategico globale 2015-2020 di FSC, si evince che la valutazione economica dei SE forestali potrebbe essere sfruttata a sostegno degli obiettivi. Una delle pratiche previste è infatti quella di promuovere le foreste, mostrando quanto la vita delle persone sia legata ad esse così da incentivarne la cura, e tentare anche cambiamenti di alcuni comportamenti quotidiani (FSC, 2015). Il valore dei SE, essendo

---

<sup>25</sup> I criteri di GSF (Helsinki, 1993):

Criterio 1: Mantenimento e appropriato miglioramento delle risorse forestali e loro contributo al ciclo generale del carbonio;

Criterio 2: Mantenimento della salute e vitalità degli ecosistemi forestali;

Criterio 3: Mantenimento e sviluppo delle funzioni produttive nella gestione forestale (prodotti legnosi e non legnosi);

Criterio 4: Mantenimento, conservazione e appropriato miglioramento della diversità biologica negli ecosistemi forestali (Le valutazioni relative a questo criterio sono state demandate al gruppo che si è occupato della Biodiversità)

Criterio 5: Mantenimento e appropriato miglioramento delle funzioni protettive nella gestione forestale;

Criterio 6: Mantenimento delle altre funzioni e delle condizioni socioeconomiche.

in grado di esplicitare l'importanza della foresta, può sottolineare l'importanza di una gestione sostenibile, integrando il punto di vista sociale, economico ed ambientale. Il fatto che la popolazione sia più attenta a questi temi, spinge le aziende, quasi obbligatoriamente, ad ottenere una certificazione di GSF per i propri prodotti, il che sostiene inoltre la transizione alla green economy. Questo ha effetti positivi non solo sulla foresta di per sé, alla quale viene garantita protezione, ma anche sul cambiamento climatico i cui impatti sono anche legati alla deforestazione, al degrado degli ecosistemi e alla perdita di biodiversità (cfr. 1.2.1).

Oltre a perseguire e sostenere strategie generali, il valore dei SE può orientare anche interventi di pianificazione che tengono conto delle esigenze del luogo. A titolo di esempio, si consideri il caso della pianificazione del bosco di un paese. Se l'esigenza è quella di migliorare la qualità dell'aria, sarà utile pianificare tenendo in considerazione i dati sul valore, biofisico ed economico, dell'assorbimento di CO<sub>2</sub> e di PM<sub>10</sub> da parte delle foreste attorno. Diversamente, se l'intenzione è quella di incrementare l'uso di energie rinnovabili, come la biomassa, allora si potranno tenere in considerazione i dati sui servizi di approvvigionamento. Tuttavia, nel caso in cui si vogliano perseguire entrambi gli obiettivi, utilizzare separatamente i dati sui valori, risulta inefficace. Si può notare come il servizio di assorbimento e quello di produzione di legname per uso energetico e/o di lavoro si escludano a vicenda. Mantenere e gestire un bosco in virtù dell'assorbimento di inquinanti esclude la possibilità di tagliarlo per produrre energia da biomassa (cfr. 4.6).

Orientare la pianificazione forestale ad una gestione sostenibile permette anche di sostenere il rispetto degli obiettivi sulla riduzione delle emissioni climalteranti. Dalla UNFCCC, il protocollo di Kyoto, fino alle attuali strategie, l'intento è quello di affrontare il cambiamento climatico riconoscendo il ruolo delle foreste per l'assorbimento di carbonio e stabilire un'economia a basse emissioni.

### **5.3.3. Orientamenti per la pianificazione di assetto idrogeologico**

Dato il contributo delle foreste nella protezione idrogeologica, la valutazione dei servizi ecosistemici forestali, nello specifico quelli afferenti alla funzione protettiva, può influenzare anche la Pianificazione dell'Assetto Idrogeologico. Il PAI è un piano di settore fondamentale per prescrivere e normare le attività della tutela del territorio e delle

acque, per valutare la pericolosità del rischio idrogeologico e per fornire metodi di intervento che mitighino il rischio

(<http://www.regione.piemonte.it/difesasuolo/cms/pianificazione/pai.html>).

Soprattutto per quest'ultimo aspetto il valore dei SEF della funzione protettiva potrebbero essere particolarmente utili, specie considerando che la pianificazione di assetto idrogeologico ha il compito di definire gli interventi necessari di difesa, predisponendoli anche dal punto di vista finanziario. Si tratta di valutare quali interventi sono più idonei al fine di garantire la sicurezza dai dissesti, pertanto sapere quanto vale il ruolo protettivo della foresta può aiutare a discernere tra le operazioni da effettuare. A tal riguardo, l'approccio ecosistemico risulta utile anche per il PAI.

Essere consapevoli, oltre che del valore biofisico del servizio offerto dai boschi, anche di quello economico, consente di confrontare i costi dell'intervento di manutenzione di una foresta con quelli dell'opera ingegneristica sostitutiva. Pertanto, si potranno prendere decisioni consapevoli, scoprendo ad esempio la convenienza di investire in interventi forestali piuttosto che in opere ingegneristiche. Si tratta di un orientamento che coinvolge la pianificazione forestale, portando ad investire maggiormente sulla gestione dei boschi. Ad esempio, l'articolo 37 delle norme PAI del Piemonte è dedicato agli interventi nell'agricoltura e per la gestione forestale, nel quale i valori dei SEF potrebbero trovare spazio. I risultati della valutazione potrebbero essere utili anche per analizzare e valutare come delimitare le aree di dissesto idraulico e idrogeologico.

## Conclusioni

Il tema dei servizi ecosistemici (SE) ha assunto un ruolo rilevante nell'attuale questione ambientale. Questo elaborato si è concentrato sulla valutazione economica dei SE applicata al caso studio della Valle Tanaro, con l'obiettivo di mostrare come il sistema valutativo possa essere utile alla pianificazione territoriale. È stato applicato un metodo basato sulle iniziative e lavori precedenti, arricchito inoltre di un'elaborazione dei risultati finali fatta attraverso un approccio sperimentale.

L'interesse verso un metodo strutturato di valutazione dei servizi ecosistemici comincia ad emergere con il Millenium Ecosystem Assessment (MA) nel 2003, iniziativa capofila di questo tema. Il MA (2003), riconoscendo l'importanza degli ecosistemi, ha fornito una base di riferimento per analizzarli, valutarli e quindi tenerli in conto nei processi decisionali. La TEEB nel 2007 ha proseguito il lavoro rafforzando del metodo la fase dell'integrazione dei risultati della valutazione nei piani e nelle decisioni, essenziale anche per poter raggiungere un modello di *green economy* (TEEB, 2013). Da queste prime iniziative discende una serie di progetti che hanno affrontato, e tuttora affrontano, la valutazione economica dei servizi ecosistemici da diversi punti di vista. Il Mapping and Assessment of Ecosystem Services (Maes et al, 2013) dell'Unione Europea, è incentrato sull'aspetto della mappatura dei servizi ecosistemici, essenziale per completare il lavoro di valutazione. Recenti progetti europei come Life+ MNG (Schirpke et al, 2014) ripercorrono le fasi della valutazione dei servizi ecosistemici definite dalle iniziative precedenti, e sono stati anche questi riferimenti per il lavoro del caso studio della Valle Tanaro. La cresciuta rilevanza del tema ha portato nel 2015 l'Italia, con la legge 221, a prevedere l'introduzione di un sistema di valutazione economica dei servizi ecosistemici, al fine di integrare i risultati nei processi decisionali.

In tale contesto si inserisce l'elaborato, che ha affrontato la valutazione economica dei servizi ecosistemici approfondendone un metodo che traduce i valori biofisici in economici, rendendoli utili e sfruttabili dal sistema di pianificazione territoriale. È stato sperimentato sui servizi ecosistemici offerti dall'ecosistema forestale della Valle Tanaro, lavoro svolto durante il tirocinio in Regione Piemonte. Il metodo utilizzato si basa principalmente sul progetto Advanced Forest Fire Fighting (AF3) e individua indicatori biofisici ed economici associati ai servizi ecosistemici forestali, selezionati sulla base

della classificazione internazionale CICES (Haines-Young & Potschin, 2009). Il calcolo degli indicatori economici è stato fatto con il software Gis, riprendendo tecniche di valutazione ambientale e alcuni procedimenti descritti dal progetto Life+ MNG. Essendo una valutazione Gis-based, è stato possibile mappare i risultati rendendoli così sfruttabili dalla pianificazione e proseguendo il lavoro di mappatura dei SE, richiesto a livello internazionale. Applicando il metodo si ha avuto prova inoltre di alcune difficoltà generalmente riscontrate nell'attività di valutazione, principalmente quella della reperibilità dei dati necessari per i calcoli, specie nel caso dei valori economici che non vengono resi noti e aggiornati, o per i dati ambientali non esistenti o non nelle forme adeguate ad essere utilizzati direttamente. Proprio perché è un comune problema, esistono iniziative intente a realizzare delle base dati utili al lavoro, come l'osservatorio Geo-Bon che coordina i dati sulla biodiversità.

Il passo successivo alla valutazione dei SE forestali è stato quello di approfondire i modi in cui utilizzare i risultati nell'ambito della pianificazione, concentrandosi su due approcci, di cui uno sperimentale, per elaborare il risultato complessivo della valutazione. Il primo consiste nel sommare i singoli valori dei SE in un Valore Economico Totale che tuttavia lascia aperto il problema dei *trade off*, ossia i conflitti che possono sorgere tra servizi ecosistemici, come quelli offerti dal bosco vivo (servizi di regolazione climatica e protettiva) e quelli dal bosco "tagliato" (servizi di approvvigionamento di prodotti legnosi). Nel cercare di superare questo limite, si è sperimentato il secondo approccio, quello della Cluster Analysis, un metodo statistico di analisi multivariata fatta con il software R-cmdr, da cui si è ottenuta una riclassificazione del bosco, non in base alle categorie forestali, ma ai valori economici dei servizi ecosistemici. Il rilevante vantaggio della Cluster Analysis è che si continuano a mantenere le informazioni sui valori dei servizi ecosistemici del bosco anche in forma disaggregata, che invece vengono perse sommandoli in un VET calcolato su Gis e restituito su base raster. Esiste tuttavia uno svantaggio che si è riscontrato applicando il metodo al caso studio, legato alla struttura dei dati da inserire nel programma statistico R-cmdr. È stato possibile, infatti, utilizzare solo i valori di alcuni servizi ecosistemici, quelli il cui calcolo era stato fatto mantenendo le geometrie del bosco originali (senza unirle o disaggregarle), per ognuna delle quali era attribuito un valore. Per chiarire, a questi vincoli rispondono i servizi della funzione regolativa (assorbimento di CO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>) e della produttiva (prodotti legnosi e non

legnosi). Non è stato, invece, possibile aggiungere quelli della funzione protettiva, in quanto il valore è stato calcolato sulla base di altre variabili come la pendenza, la presenza di frane, e quindi attribuendo un valore a geometrie di bosco diverse da quelle originali del piano forestale. Di conseguenza per i servizi della funzione protettiva il bosco è stato aggregato o disaggregato tale che il numero delle geometrie finali risultava diverso da quelle degli altri servizi, e quindi con una struttura non adatta all'analisi statistica. Questo rimane attualmente un problema aperto che può essere risolto individuando un procedimento diverso per il calcolo dei servizi protettivi, in modo da avere i dati in forma idonea ad essere utilizzati nel software statistico R-cmdr.

I due approcci sono complementari in quanto dalla mappa del VET si può conoscere il valore totale di un bosco che, dalla mappa della Cluster Analysis, si scopre appartenere ad un gruppo di cui si possono sapere quali valori economici hanno i singoli servizi ecosistemici. Questo modo di trattare i risultati della valutazione può migliorare il quadro conoscitivo dell'ecosistema forestale, aiutando la pianificazione territoriale a prendere consapevolmente decisioni che riguardano interventi in ambiente. Un importante aspetto da ribadire e ricordare è che si individuano i valori economici dei servizi ecosistemici per farne emergere l'importanza e intervenire per la loro gestione sostenibile e non per rendere le risorse naturali (in questo caso forestali) commerciabili. Il metodo presentato in questa tesi ha il pregio di usare indicatori la cui struttura è replicabile, e di elaborare ulteriormente i risultati ottenuti sperimentando due approcci complementari che permettono di superare reciproci svantaggi, rendendo sfruttabili gli esiti dall'attività di pianificazione.

Ragionando in conclusione su quali influenze e orientamenti il metodo può dare al sistema di pianificazione, ne sono evidenziati alcuni di carattere generale, altri più specifici sugli strumenti di pianificazione. Un primo indirizzo riguarda l'approccio ecosistemico che la pianificazione dovrebbe assumere, in modo da tenere conto del valore degli ecosistemi e prendere decisioni consapevoli, in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile e sul clima. Un secondo orientamento riguarda il sistema economico, per il quale i valori dei servizi ecosistemici sono utili ad indirizzarlo alla sostenibilità e al modello *green*. Infatti, nell'ottica di superare la tradizionale distinzione tra sviluppo e ambiente, la pianificazione territoriale, che opera per fare emergere il valore dei servizi ecosistemici, e il sistema economico, che investe nella loro salvaguardia, trovano un

terreno di lavoro comune. La valutazione dei SE permette infatti di definire meccanismi di PES (Pagamenti per servizi ecosistemici) basati sul principio del “*pagare per i benefici che si sfruttano*”. Secondo questo presupposto, coloro che hanno bisogno dei servizi ecosistemici, intervengono investendo nella loro salvaguardia pagando coloro che si occupano della manutenzione. Infine, conoscere i valori dei SE può influenzare anche i contenuti degli strumenti di pianificazione territoriale, in questo caso si sono presi ad esempio quelli piemontesi relativamente al contenuto sulle foreste. Può indirizzare il PTR e il PPR e la pianificazione forestale a migliorare il quadro conoscitivo del bosco, a guardarlo come una realtà dinamica, da valorizzare per il ruolo multifunzionale. Aiuta inoltre a definire politiche e scelte consapevoli sull’uso sostenibile delle risorse e ad investire nella gestione sostenibile.

## ELENCO DEGLI ALLEGATI

Allegato 1: Categorie forestali dell'INFS e quantità di carbonio assorbito.

Allegato 2: Quantità di massa prelevabile per categorie forestali.

Allegato 3: Confronto prezzi del legname.

Allegato 4: Prezzi del legname.

Allegato 5: Domanda annuale di legna da ardere.

## ELENCO DELLE CARTE

Carta 1: Il territorio della Valle Tanaro

Carta 2: Funzione regolativa – Assorbimento di carbonio. Quantità di carbonio organico assorbito. Valore unitario.

Carta 3: Funzione regolativa – Assorbimento di carbonio. Quantità di carbonio organico assorbito. Valore assoluto.

Carta 4: Funzione regolativa – Assorbimento di CO<sub>2</sub>. Quantità equivalente di CO<sub>2</sub> assorbita. Valore assoluto.

Carta 5: Funzione regolativa – Assorbimento di carbonio. Valore economico dell'assorbimento di CO<sub>2</sub>.

Carta 6: Funzione regolativa – Emissioni totali di CO<sub>2</sub> per comune.

Carta 7: Funzione regolativa – Emissioni di CO<sub>2</sub>. Confronto tra due macro-settori.

Carta 8: Funzione regolativa – Approfondimento sul comune di Alba.

Carta 9: Funzione regolativa – Assorbimento di PM<sub>10</sub>. Quantità di PM<sub>10</sub> assorbita. Valori unitari.

Carta 10: Funzione regolativa – Assorbimento di PM<sub>10</sub>. Valore economico unitario.

Carta 11: Funzione regolativa – Assorbimento di PM<sub>10</sub>. Valore economico assoluto.

Carta 12: Funzione regolativa – Emissioni totali di PM<sub>10</sub> per comune.

Carta 13: Funzione regolativa – Emissioni di PM<sub>10</sub>. Confronto tra due macro-settori.

Carta 14: Funzione regolativa – Approfondimento sul comune di Mondovì.

Carta 15: Funzione protettiva – Analisi.

Carta 16: Funzione protettiva – Analisi.

Carta 17: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Aree boscate e localizzazione del rischio frana.

Carta 18: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Valore economico del ruolo protettivo da frana. Valore assoluto.

Carta 19: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Pericolo valanghivo.

Carta 20: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Valore economico del ruolo protettivo da valanga.

Carta 21: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Tasso di erosione reale.

Carta 22: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Classi di pendenza.

Carta 23: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Rischio di erosione del suolo evitato.

Carta 24: Funzione protettiva – Rischio idrogeologico. Valore economico del ruolo protettivo da erosione. Valore assoluto.

Carta 25: Funzione protettiva – Rischio idrologico. Indice di protezione idrologica.

Carta 26: Funzione protettiva – Rischio idrologico. Volumi trattenuti.

Carta 27: Funzione protettiva – Rischio idrologico. Valore economico assoluto.

Carta 28: Funzione protettiva – Rischio idrologico. Valore economico unitario.

Carta 29: Funzione produttiva – Legname. Massa prelevabile.

Carta 30: Funzione produttiva – Legname. Massa energetica prelevabile - assortimenti per triturazione.

Carta 31: Funzione produttiva – Legname. Massa prelevabile - legna da ardere.

Carta 32: Funzione produttiva – Legname. Massa prelevabile - paleria.

Carta 33: Funzione produttiva – Legname. Massa prelevabile - tondame da lavoro.

Carta 34: Funzione produttiva – Legname. Valore economico della produzione di legname da lavoro. Valore unitario.

Carta 35: Funzione produttiva – Legname. Valore economico della produzione legname da lavoro. Valore assoluto.

Carta 36: Funzione produttiva – Legname. Valore economico della produzione legname per uso energetico. Valore unitario.

Carta 37: Funzione produttiva – Legname. Valore economico della produzione legname per uso energetico. Valore assoluto.

Carta 38: Funzione produttiva – Legname. Valore economico della produzione di legna da ardere. Valore unitario

Carta 39: Funzione produttiva – Legname. Valore economico della produzione di legna da ardere. Valore assoluto.

Carta 40: Funzione produttiva – Legname. Domanda legna da ardere consumo annuale.

Carta 41: Funzione produttiva – Prodotti non legnosi. Produzione annuale di funghi.

Carta 42: Funzione produttiva – Prodotti non legnosi. Valore economico della produzione di funghi. Valore assoluto.

Carta 43: Funzione produttiva – Prodotti non legnosi. Estensione dei castagneti.

Carta 44: Funzione produttiva – Prodotti non legnosi. Valore economico della produzione di castagne. Valore assoluto.

Carta 45: Approfondimento funzione produttiva. Potenzialità produttiva del tartufo nero pregiato.

Carta 46: Approfondimento funzione produttiva. Potenzialità produttiva del tartufo nero estivo – scorzone.

Carta 47: Approfondimento funzione produttiva. Potenzialità produttiva del tartufo bianco.

Carta 48: Approfondimento funzione produttiva. Produttività del tartufo nero pregiato.

Carta 49: Approfondimento funzione produttiva. Produzione del tartufo nero pregiato.

Carta 50: Approfondimento funzione produttiva. Valore economico della produzione di tartufo nero pregiato.

Carta 51: Approfondimento funzione produttiva. Produttività del tartufo nero estivo – scorzone.

Carta 52: Approfondimento funzione produttiva. Produzione del tartufo nero estivo – scorzone.

Carta 53: Approfondimento funzione produttiva. Valore economico del tartufo nero estivo – scorzone.

Carta 54: Funzione culturale – Turismo. Siti protetti turistici.

Carta 55: Funzione culturale – Turismo. Valore economico della fruizione turistica. Valore assoluto.

Carta 56: Carta di sintesi – Valore economico totale delle foreste della Valle Tanaro.

Carta 57: Carta di sintesi – Analisi Cluster.

## BIBLIOGRAFIA

- Allesina S., Bodini A., Bondavalli C., (2007), *L'ecosistema e le sue relazioni. Idee e strumenti per la valutazione di impatto ambientale e di incidenza*, FrancoAngeli, Milano, pp 11-14.
- Angelsen, A., Brockhaus M., Kanninen M., Sills E., Sunderlin W.D., Wertz-Kanounnikoff, S. (2009), *Realising REDD+: National strategy and policy options*, CIFOR, Bogor, Indonesia, pp 201 -211. Disponibile su: [https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BAngelsen0902.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BAngelsen0902.pdf), (consultato il 4/2/2018).
- Arpa Piemonte, (2015), *Relazione sullo stato dell'Ambiente in Piemonte. Sintesi 2015*, Regione Piemonte, p 17- 33. <http://relazione.ambiente.piemonte.gov.it> Disponibile su: <http://www.arpa.piemonte.it/arpa-comunica/events/eventi-2015/rsa/sintesi2015.pdf> (consultato il 4/2/2018).
- Barbati A., Ferrari B., Alivernini A., Quatrini A., Merlini P., Puletti N., Corona P., (2014) – *Sistemi forestali e sequestro del carbonio in Italia. L'Italia Forestale e Montana*, 69 (4): 205-212. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2014.4.01>.
- Barbera F., Raimondi S., (a cura di), (2017) *Biodiversità in Italia: un patrimonio a rischio*, Ufficio aree protette e biodiversità, CITES, pp 4-8; Disponibile su: [https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/biodiversita\\_a\\_rischio\\_2017.pdf](https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/biodiversita_a_rischio_2017.pdf), (consultato il 4/2/2018).
- Barde J.-P, Pearce DW. (a cura di), (1993), *Valutare l'ambiente. Costi e benefici nella politica ambientale*, Il Mulino, Bologna, pp 9 – 17.
- Benedini M., Gisotti G., *Il dissesto idrogeologico. Cause effetti e interventi a difesa del suolo*, (1985), La Nuova Italia Scientifica, Roma, pp 19; 30 – 43; 60 – 94; 136 – 177; 129-132.
- Beckett KP, Freer-Smith PH, Taylor G., (2000), *Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed*. *Global Change Biology* 6 (8), pp 995 – 1003, DOI: 10.1046/j.1365-2486.2000.00376.x
- Bond J., Crane DE, Hoehn RE, Nowak DJ, Stevens JC, Walton JT, (2008), *A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. Arboriculture and Urban Forestry* 34 (6), 347–358.
- Brotto L., Corradini G., Maso D., Portaccio A., Perugini L., Pettenella D., Storti D., Maluccio S. Romano, R. (2016). *Stato del Mercato Forestale del Carbonio in Italia 2016*, Nucleo Monitoraggio del Carbonio, CREA, Rome. Disponibile su:

[https://www.rivistasherwood.it/serviziecosistemici/filesvari/notizie/2017/Report\\_StatoMercatoForestaleCarbonio\\_2016.pdf](https://www.rivistasherwood.it/serviziecosistemici/filesvari/notizie/2017/Report_StatoMercatoForestaleCarbonio_2016.pdf), (consultato il 4/2/2018).

- Brun F., Furlan G., (a cura di), (1998), *La carta della qualità economica dei Boschi della Val Germanasca* edizioni Bosco e Ambiente, Torino.
- Civic, K., Siuta, M. (2014), *Green Infrastructure – Training manual for trainers*. ECNC, Tilburg, the Netherlands and CEEweb for Biodiversity, Budapest, Hungary.
- CMCC, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (2017), Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, PNACC. Prima stesura per la consultazione pubblica. Luglio 2017. Disponibile su: [http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio\\_immagini/adattamenti\\_climatici/documento\\_pnacc\\_luglio\\_2017.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/adattamenti_climatici/documento_pnacc_luglio_2017.pdf), consultato il 4/3/2018.
- CNEL, (2000), *L'evoluzione della politica forestale italiana dalla legge Serpieri alle sfide europee: obiettivi e strategie*, Roma, pp 5-55. Disponibile su: [https://www.unirc.it/documentazione/materiale\\_didattico/1462\\_2015\\_392\\_23188.pdf](https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/1462_2015_392_23188.pdf), (consultato il 4/2/2018).
- Comitato Capitale Naturale (2017), *Primo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia*, Roma, pp 68-78. Disponibile su: [http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo\\_sostenibile/rapporto\\_capitale\\_naturale\\_Italia\\_17052017.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo_sostenibile/rapporto_capitale_naturale_Italia_17052017.pdf) (consultato il 5/6/2017).
- Commissione delle comunità europee (CE), (2006) *Comunicazione della commissione. Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2020 e oltre. Sostenere i servizi ecosistemici per il benessere umano*, Bruxelles, 22.5.2006, COM (2006) 216 definitivo, pp 3 – 17. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A52006DC021> (consultato il 4/2/2018).
- Commissione delle Comunità Europee (CE), (2009), *LIBRO BIANCO. L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo*. Bruxelles, 1.4.2009, COM (2009) 147 definitivo.
- Commissione Europea (CE), (2010), *Libro verde. La protezione e l'informazione sulle foreste nell'UE: preparare le foreste ai cambiamenti climatici*. Bruxelles, 1.3.2010, COM (2010)66 definitivo. Disponibile su: [http://www.minambiente.it/sites/default/files/ce\\_libro\\_verde\\_protezione\\_foreste\\_2010.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/ce_libro_verde_protezione_foreste_2010.pdf), (consultato il 4/2/2018).

- Commissione Europea (CE), (2011), Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni. *La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020*. Bruxelles, 3.5.2011 COM (2011) 244 definitivo. Disponibile su: [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0244\\_/com\\_com\(2011\)0244\\_it.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0244_/com_com(2011)0244_it.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- Commissione Europea (CE), (2015), *Le politiche dell'Unione Europea. Tutela dell'ambiente e mantenimento della competitività vanno di pari passo. Un ambiente sano e sostenibile per le attuali e prossime generazioni*, Lussemburgo, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea. Disponibile su: <https://publications.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/3456359b-4cb4-4a6e-9586-6b9846931463>, (consultato il 4/2/2018).
- Commissione Europea DG Ambiente, (2016), *Notiziario natura e biodiversità Natura 2000, I benefici di biodiversità e natura per la salute*, Ufficio delle Pubblicazioni, Lussemburgo, numero 40, pp 6 – 9. Disponibile su: [http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/nat2000newsl/nat40\\_it.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/nat2000newsl/nat40_it.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Faber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997), “The value of the world's ecosystem services and natural capital” *Nature* 387, 253–260, doi:10.1038/387253a0.
- Croitoru L, Gatto P, (2011), *Una stima del valore economico totale del bosco in aree mediterranee*. Monti e Boschi edagricole, Milano, pp 22–30.
- Cullotta S., Maetzke F., (2008a), “La pianificazione forestale ai diversi livelli in Italia. Parte I: Struttura generale e pianificazione a livello nazionale e regionale”, *L'Italia Forestale e Montana*, n.1 29-48. DOI: 10.4129/IFM.2008.1.02.
- Cullotta S., Maetzke F., (2008b), “La pianificazione forestale ai diversi livelli in Italia. Parte II: La pianificazione territoriale e aziendale”, *L'Italia Forestale e Montana*, n. 2, 92-109. DOI: 10.4129/IFM.2008.2.02.
- D'Adda F., (2005), “Il protocollo di Kyoto e gli strumenti di riduzione delle emissioni, criticità e proposte”, *ARPA Rivista N. 1*, 8-11 (gennaio-febbraio 2005).
- European Commission, (2013), *Building a Green Infrastructure for Europe*, Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi: 10.2779/54125
- European Environment Agency (EEA), (2016), *Indicator Specification | Data and maps. Public awareness*, Copenhagen. Disponibile su: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/public-awareness-1> (consultato il 4/2/2018).

- European Forest Institute / EFICEEC-EFISEE, (2015), *Meeting the Goals for European Forests Report on the MID-TERM EVALUATION of the Goals for European Forests and the European 2020 Targets for Forests and the European 2020 Targets for Forests*, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Vienna. Disponibile su: [http://www.foresteurope.org/documentos/MID\\_TERM\\_EvaluatG&2020T\\_2015.pdf](http://www.foresteurope.org/documentos/MID_TERM_EvaluatG&2020T_2015.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- European Union (EU), (2016a) *Agriculture, forestry and fishery statistics*, Publications Office of the European Union, Lussemburgo, pp 181- 186. Disponibile su: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7777899/KS-FK-16-001-EN-N.pdf/cae3c56f-53e2-404a-9e9e-fb5f57ab49e3> (consultato il 4/2/2018).
- European Union (EU), (2016b) *Energy, transport and environment indicators edition 2016*, Publications Office of the European Union, Lussemburgo, p 51. Disponibile su: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7731525/KS-DK-16-001-EN-N.pdf/cc2b4de7-146c-4254-9521-dcbd6e6fafa6> (consultato il 4/2/2018).
- Fabbri P., (2007), *Principi ecologici per la progettazione del paesaggio*, Franco Angeli, Milano, pp 213-241.
- FAO, *Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing?* Second Edition, (2016), Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, pp 15 – 43. Disponibile su: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf> (consultato il 4/2/2018).
- Fondazione per lo sviluppo sostenibile (a cura di), (2014), *Le infrastrutture verdi, i servizi ecosistemici e la green economy. il processo partecipativo della conferenza “la natura dell’Italia” Roma 11-12 dicembre 2013*. Disponibile su: <http://www.enea.it/it/seguici/documenti/rapporto-processo-partecipativo-infrastrutture-verdi>, (18/02/2018).
- FSC (2015), *Forest Stewardship Council. Piano strategico globale 2015-2020 Assicurare Foreste per sempre, per tutti. Per una certificazione più audace, più forte, più efficace*. Disponibile su: <https://it.fsc.org/preview.piano-strategico-globale-2015-20120-ita.a-434.pdf> (consultato il 12/2/2018).
- Gaglioppa P, Guadagno R, Marino D, Marucci A, Palmieri M, Pellegrino D, Schirpke U, Caracausi C, (2017) L’assestamento forestale basato su servizi ecosistemici e pagamenti per servizi ecosistemici: considerazioni a valle del progetto LIFE+ Making Good Natura. *Forest@* 14: 99-106.-doi: 10.3832/efor2235-014

- Gasparini P., Di Cosmo L., Pompei E. (a cura di), (2013) – *Il contenuto di carbonio delle foreste italiane. Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC2005. Metodi e risultati dell'indagine integrativa*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato; Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento. Disponibile su: <https://www.sian.it/inventarioforestale/index.do?idNews=7> (consultato il 6/6/2017).
- Gottero F., Ebone A., Terzuolo P., Camerano P., (2007), *I boschi del Piemonte, conoscenze e indirizzi gestionali*, Regione Piemonte, Blu Edizioni.
- Giovannozzi M., Martalò PF., Mensio F., (non datato), *Note carta dell'erosione reale del suolo a scala 1:250.000*, Regione Piemonte.
- Goio I, (2006), *La funzione produttiva delle foreste: confronto tra contabilità standard e verde*. Estimo e Territorio, pp 16– 23.
- Haines-Young, R.H. and Potschin, M.B. (2009): *Methodologies for defining and assessing ecosystem services. Final Report*, JNCC, Project Code C08-0170-0062.
- Haines-Young R., Potschin M. (2013), *CICES V4.3 – Revised report prepared following consultation on CICES Version 4*, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003, p 1 -18; Disponibile su: [https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2012/07/CICES-V43\\_Revised-Final\\_Report\\_29012013.pdf](https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2012/07/CICES-V43_Revised-Final_Report_29012013.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- Ingaramo R., Salizzoni E., Voghera A., (2017), “La valutazione dei Servizi Ecosistemici Forestali per la pianificazione e il progetto del territorio e del paesaggio”, *Valori e valutazioni*, 19, 65-78.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (2015), *Climate change 2014, Synthesis report*, Ginevra, pp 39 – 73. Disponibile su: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> (consultato il 4/2/2018).
- ISPRA Stato dell'Ambiente, (2016), *Qualità dell'ambiente urbano – XII Rapporto*, pp 97 – 213.  
Disponibile su: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/xii-rapporto-qualita-dell2019ambiente-urbano-edizione-2016> (consultato il 4/2/2018).
- Landscape Institute, (2013), *Green Infrastructure An integrated approach to land use*, Londra.

- Lanza A., (2000), *Il cambiamento climatico. Perché sale la temperatura del pianeta? Le strategie di intervento per contrastare l'effetto serra*, il Mulino, Bologna, pp 83- 100.
- L. 28 dicembre 2015, n.221, in materia di “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali”.
- Maistrelli L., Mosso A., (2006) *Il settore tartuficolo piemontese: analisi economica delle tartufaie coltivate e approfondimenti sul mercato dei tartufi e dei prodotti derivati*, Progetto cofinanziato dall'unione europea. Alcotra interreg IIIA 2000-2006 alpi latine cooperazione transfrontaliera Italia – Francia (Alpi), Regione Piemonte. Disponibile su:  
[http://www.regione.piemonte.gov.it/foreste/images/files/pubblicazioni/settore\\_tartuficolo.pdf](http://www.regione.piemonte.gov.it/foreste/images/files/pubblicazioni/settore_tartuficolo.pdf).
- Maes J, Teller A, Erhard M, Liqueste C, Braat L, Berry P, Egoh B, Puydarrieux P, Fiorina C, Santos F, Paracchini ML, Keune H, Wittmer H, Hauck J, Fiala I, Verburg PH, Condé S, Schägner JP, San Miguel J, Estreguil C, Ostermann O, Barredo JI, Pereira HM, Stott A, Laporte V, Meiner A, Olah B, Royo Gelabert E, Spyropoulou R, Petersen JE, Maguire C, Zal N, Achilleos E, Rubin A, Ledoux L, Brown C, Raes C, Jacobs S, Vandewalle M, Connor D, Bidoglio G (2013), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020*. Publications office of the European Union, Luxembourg. Disponibile su:  
[http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- Maglia S., Taina M., (2005), *Emissioni in atmosfera. Autorizzazioni, obblighi, sanzioni, controlli. Emission trading, nuovo IPPC, fumo, inceneritori* ePC libri, Roma, pp 27-70.
- Maluccio S., Romano R., Brotto L., Maso D., Corradini G., Portaccio A., Perugini L., Chiriaco M.V., (2015) – *Il mercato volontario forestale del carbonio in Italia*. In: Atti del II Congresso Internazionale di Selvicoltura. Progettare il futuro per il settore forestale, Firenze, 26-29 novembre 2014. Firenze: Accademia Italiana di Scienze Forestali. Vol. 1, p. 539-544. ISBN 978-88-87553-21-5. <http://dx.doi.org/10.4129/2cis-sm-mer>.
- Mancuso E., Morabito R., (2012) “La green economy nel panorama delle strategie internazionali. Verso una nuova economia basata sulla valorizzazione del capitale economico, del capitale naturale e del capitale sociale”, *Speciale Politiche e strategie*, I – 2012, p 3 – 9.
- Marino D., (a cura di), (2017), *I pagamenti dei servizi ecosistemici in Italia dalla sperimentazione all'applicazione attraverso il progetto Life + MGN*, CURSA, Roma.

- Marino D., Piotto B. (a cura di), 2010. *“Il valore economico della biodiversità e degli ecosistemi. Economia della conservazione ex situ”*. Manuali e linee guida ISPRA 64/2010. Disponibile su:  
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/il-valore-economico-della-biodiversita-e-degli> (consultato il 6/2/2018).
- Masiero M., (2015), “Come misurare il valore dei beni naturali”, *Ecoscienza numero 1*, 12-14. Disponibile su:  
[https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/ecoscienza/ecoscienza2015\\_1/Masiero\\_es01\\_15.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2015_1/Masiero_es01_15.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- MATTM – WWF Italia Onlus, (2009), *“Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità. Esiti del tavolo tecnico: Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici”*. Disponibile su:  
[http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/biblioteca/dpn\\_tavolo7\\_servizi\\_ecosistemici.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/biblioteca/dpn_tavolo7_servizi_ecosistemici.pdf) (consultato il 6/2/2018).
- Mazzali P., (1989), *L'inquinamento atmosferico: origine, prevenzione, controllo*, Pitagora, Bologna.
- McGarigal, K., Cushman S., Stafford S., (2002), *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*, Springer, pp 81 – 124.
- Millennium Ecosystems Assessment (MA), (2003), *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*, Island Press, Washington D.C, pp 1-122. Disponibile su: [http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf) (consultato il 6/2/2018).
- Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio (MATT), (2002) *Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia*, Gazzetta Ufficiale n. 255 del 30 ottobre 2002, supplemento ordinario n. 205. Disponibile su:  
[http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela\\_amb/allegati/strategia\\_azione\\_ambientale\\_IT\\_2002.pdf](http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela_amb/allegati/strategia_azione_ambientale_IT_2002.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - MATTM, (2017), *Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile*. Disponibile su:  
[http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio\\_immagini/Galletti/Comunicati/snsvs\\_ottobre2017.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/Galletti/Comunicati/snsvs_ottobre2017.pdf) (consultato il 4/2/2018).

- Mossello M.T., (2008) *Politica dell'ambiente. Analisi, azioni, progetti*, Bologna, Il mulino, pp, 56 - 124; 237 -266.
- Naumann, S., McKenna D., Timo K., Mav P., Matt R., (2011), *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission*, DG Environment, Contract no. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic institute and GHK Consulting.
- Newton P., Fournier M., Cornwall M., DeBoer J., Rosenbach D., Schaap B., Stock R., Whittemore J., Yoders M., Brodnig G., and Agrawal A., (2014), *Community Forest Management and REDD+*, Washington DC: Program on Forests (PROFOR), 2014, pp 1 -18. Disponibile su: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/18964/888590WP0P1291840Box385245B00PUBLIC00ACS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, (consultato il 4/2/2018).
- Notaro S., Paletto A., (2005), *Valutazione economica della funzione produttiva dei boschi in Trentino, Progetto FORTIS. Innovazione ed imprenditorialità sostenibili per le istituzioni del comparto forestale*-' finanziato dal Fondo per i Progetti di Ricerca della Provincia Autonoma di Trento, p 8 – 19.
- Notaro S, Paletto A., (2012) “The economic valuation of natural hazards in mountain forests: An approach based on the replacement cost method”, *Journal of Forest Economics* 18, p 318–328, <https://doi.org/10.1016/j.jfe.2012.06.002>.
- Ojea, E., J. Martin-Ortega and A. Chiabai (2011), “Economic Valuation of Ecosystem Services: Conflicts in Classification”, BC3 Policy Briefings 2011-03. Basque Centre for Climate Change (BC3). Bilbao, Spain. Disponibile su: [https://www.bc3research.org/index.php?option=com\\_wpapers&Itemid=279&lang=en\\_EN](https://www.bc3research.org/index.php?option=com_wpapers&Itemid=279&lang=en_EN), (consultato il 15/6/2018).
- Osborn D., Cutter A., Ullah F., (2015), *Universal sustainable development goals. Understanding the transformational challenge for developed countries. Report of a study by stakeholder forum*, Stakeholder Forum. Disponibile su: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1684SF\\_-\\_SDG\\_Universality\\_Report\\_-\\_May\\_2015.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1684SF_-_SDG_Universality_Report_-_May_2015.pdf) (consultato il 5/7/2017).
- Pampanini R., Marchini A., Diotallevi F., (2012), *Il mercato del tartufo fresco in Italia tra performance commerciali e vincoli allo sviluppo: il contributo delle regioni italiane*, MPRA Paper N° 43278. Disponibile su: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/43278/1/MPRA\\_paper\\_43278.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/43278/1/MPRA_paper_43278.pdf).
- *Paris Agreement*, Parigi 12 dicembre 2015. Disponibile su: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109.pdf>, (consultato il 4/2/2018).

- Pearce F., (2015), *Protecting Forests, Respecting Rights: Options for EU Action on Deforestation and Forest Degradation* ed Fenton. Disponibile su: <http://www.fern.org/sites/fern.org/files/Protecting%20Forests%20Respecting%20Rights.pdf> (consultato il 5/7/2017).
- Pettenella D., (2009) *Le nuove sfide per il settore forestale. Mercato energia, ambiente e politiche*. Edizioni Tellus, Roma, pp 11 – 60. Disponibile su: [http://www.darte.unirc.it/documentazione/materiale\\_didattico/598\\_2010\\_233\\_7872.pdf](http://www.darte.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/598_2010_233_7872.pdf) (consultato il 5/5/2017).
- *Protocollo di Kyoto della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici*, Kyoto, 11 dicembre 1997. Disponibile su: <https://www.admin.ch/opc/it/federal-gazette/2002/5738.pdf>, (consultato il 4/2/2018).
- Regione Autonoma Valle d'Aosta - Regione Piemonte, (2006) - *Selvicoltura nelle foreste di protezione. Esperienze e indirizzi gestionali in Piemonte e in Valle d'Aosta*. Compagnia delle Foreste, Arezzo, p 34 – 47; 224. Disponibile su: [http://www.regione.piemonte.it/foreste/images/files/pubblicazioni/selvicoltura\\_foreste\\_protez.pdf](http://www.regione.piemonte.it/foreste/images/files/pubblicazioni/selvicoltura_foreste_protez.pdf) (consultato il 6/5/2017).
- Regione Piemonte, (2007), *Carta della capacità d'uso dei suoli*, Torino.
- Regione Piemonte, (2011), *Piano Territoriale Regionale*, Torino.
- Regione Piemonte (2017<sup>a</sup>), *Piano Forestale Regionale 2017-2027*, Torino.
- Regione Piemonte, (2017<sup>b</sup>), *Piano Paesaggistico Regionale*, Torino.
- Regione Piemonte, IPLA, (non datato), *SIFOR Applicazione per il calcolo della disponibilità potenziale delle risorse legnose derivanti dai boschi del Piemonte (CDLP) Guida all'utilizzo*, Torino. Disponibile su: [http://www.sistemapiemonte.it/montagna/sifor/dwd/CDLP\\_Guida\\_utilizzo.pdf](http://www.sistemapiemonte.it/montagna/sifor/dwd/CDLP_Guida_utilizzo.pdf)
- Rete Rurale Nazionale. GdL Foreste, (2014), *Quadro Nazionale delle Misure Forestali nello Sviluppo Rurale (FEASR) 2014-2020, Quadro di riferimento e indirizzo per gli interventi forestali potenzialmente attivabili sul territorio nazionale con i PSR regionali nell'ambito delle Misure di sviluppo rurale per il periodo di programmazione 2014-2020*, pp 3-12 Disponibile su: [http://www.congreso.es/docu/docum/ddocum/dosieres/sleg/legislatura\\_10/spl\\_7/pdfs/35.pdf](http://www.congreso.es/docu/docum/ddocum/dosieres/sleg/legislatura_10/spl_7/pdfs/35.pdf), (consultato il 4/2/2018).

- Riccioli F., Sacchelli S., (2013), *Analisi Spaziale delle funzioni del bosco*, in: Il valore economico totale dei boschi della Toscana, (a cura di) Marinelli A., Marone E., FrancoAngeli, pp 30-54.
- Santolini R., (2010),” Servizi ecosistemici e sostenibilità” *Ecoscienza*, numero 3, pp 20-23.
- Settis, S., (2010), *Paesaggio, costituzione, cemento. La battaglia per l'ambiente contro il degrado civile*, Torino, pp. 83-281.
- Salvia F., (2012), *Manuale di diritto urbanistico*, CEDAM, Padova, pp 245-285.
- Santoprete G., Tarabella A., (1996), *Risorse naturali, attività antropiche e inquinamento dell'ambiente* edizioni ETS, Pisa, pp 71 – 89.
- Schirpke, U., Scolozzi, R., De Marco, C. (2014) *Modello dimostrativo di valutazione qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici nei siti pilota. Parte I: Metodi di valutazione*. Report del progetto Making Good Natura (LIFE+11 ENV/IT/000168), EURAC research, Bolzano, pp 28 – 30; 35-36, 15-16; 17-18; 54-62. Disponibile su: [http://www.lifemgn-serviziosistemici.eu/IT/Documents/doc\\_mgn/LIFE+MGN\\_Report\\_B1.1.pdf](http://www.lifemgn-serviziosistemici.eu/IT/Documents/doc_mgn/LIFE+MGN_Report_B1.1.pdf) (consultato il 4/5/2017).
- Science for Environment Policy (2015), *Ecosystem Services and the Environment. In-depth Report 11 produced for the European Commission*, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol, p 3 – 11. Disponibile su: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/ecosystem\\_services\\_biodiversity\\_IR11\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/ecosystem_services_biodiversity_IR11_en.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- Smith, S., Rowcroft, P., Everard, M., Couldrick, L., Reed, M., Rogers, H., Quick, T., Eves, C. and White, C. (2013). *Payments for Ecosystem Services: A Best Practice Guide*. Defra, London.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, (2000), “*Sustaining life on Earth. How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being*”, UNEP, Montreal, pp 2-20. Disponibile su: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-sustain-en.pdf> (consultato il 7/5/2017).
- Storti, D., Brotto, L., Pettenella, D., Chiriaco, M.V., Maluccio, S., Maso, D., Corradini, G., Portaccio, A., Perugini, L., Romano, R. (2014). *Stato del Mercato Forestale del Carbonio in Italia 2014*. Nucleo Monitoraggio del Carbonio, CREA, Rome. Disponibile su:

[https://www.crea.gov.it/wp-content/uploads/2016/08/Merc\\_Forestale\\_Carbonio\\_2014.pdf](https://www.crea.gov.it/wp-content/uploads/2016/08/Merc_Forestale_Carbonio_2014.pdf), (consultato il 4/2/2018).

- Tagliafierro C., (non datato), *La politica ambientale europea: l'evoluzione, i principi e gli strumenti*, disponibile su: <http://wpage.unina.it/cicia/PoliticaUE.pdf>, (consultato il 5/5/2017).
- The World Bank, (2004), “*Sustaining forests, A Development Strategy*”, Washington DC. Disponibile su: <http://siteresources.worldbank.org/INTFORESTS/Resources/SustainingForests.pdf> (consultato il 4/2/2018).
- TEEB- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2013), *Guidance Manual for TEEB Country Studies*. Version 1.0. Disponibile su: [http://www.teebweb.org/media/2013/10/TEEB\\_GuidanceManual\\_2013\\_1.0.pdf](http://www.teebweb.org/media/2013/10/TEEB_GuidanceManual_2013_1.0.pdf) (consultato il 6/6/2017).
- ten Brink P., Badura T., Kettunen M., Mazza L., Withana S. (2012) *Nature and its Role in the Transition to a Green Economy. Executive Summary*. Disponibile su: [https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/28e9e60d-c56b-479b-8024-3ef927e934e6/TEEB\\_Nature\\_the\\_green\\_economy\\_Executive\\_Summary.pdf?v=63664509780](https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/28e9e60d-c56b-479b-8024-3ef927e934e6/TEEB_Nature_the_green_economy_Executive_Summary.pdf?v=63664509780) (consultato il 4/6/2017).
- Todaro V., (2010), *Reti ecologiche e governo del territorio*, FrancoAngeli, Milano.
- UNCEM Piemonte, (2017), *SMART & GREEN COMMUNITY. Coesione, crescita inclusiva, sostenibilità per i territori*, L'Artistica Editrice, Savigliano.
- Unione Europea, (UE), *Convenzione europea del paesaggio*, Firenze, 20 ottobre 2000. Disponibile su: [http://www.convenzioneeuropeapaesaggio.beniculturali.it/uploads/2010\\_10\\_12\\_11\\_22\\_02.pdf](http://www.convenzioneeuropeapaesaggio.beniculturali.it/uploads/2010_10_12_11_22_02.pdf), (consultato il 4/2/2018).
- Unione Europea, (UE), (2003), Direttiva 2003/87/ce del parlamento europeo e del consiglio che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio. Disponibile su: [http://www.fire-italia.org/prova/wp-content/uploads/2015/04/direttiva\\_2003\\_87\\_CE.pdf](http://www.fire-italia.org/prova/wp-content/uploads/2015/04/direttiva_2003_87_CE.pdf) (consultato il 4/5/2017).
- Unione Europea (UE), (2009), Direttiva 2009/29/ce del parlamento europeo e del consiglio che modifica la direttiva 2003/87/CE al fine di perfezionare ed estendere il sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra.

Disponibile su:  
[http://www.minambiente.it/sites/default/files/direttiva\\_ue\\_2009\\_29\\_it.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/direttiva_ue_2009_29_it.pdf)  
(consultato il 5/5/2017).

- United Nations (UN), (2014), *Climate Summit 2014, Forests. Action Statements and Action Plans*, UN Headquarters, New York, 23 settembre 2014. Disponibile su:  
<http://www.un.org/climatechange/summit/wp-content/uploads/sites/2/2014/07/New-York-Declaration-on-Forest-%E2%80%93-Action-Statement-and-Action-Plan.pdf>, (consultato il 7/7/2017).
- UNFCCC, (1992), *United Nations Framework Convention on Climate Change*, New York, 4 giugno 1992.  
Disponibile su: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>, (consultato il 4/2/2018).
- UNCCD, (1994), *United Nations Convention to Combat Desertification*, Parigi 17 giugno 1994. Disponibile su:  
[http://www2.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/UNCCD\\_Convention\\_ENG\\_0.pdf](http://www2.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/UNCCD_Convention_ENG_0.pdf), (4/2/2018).
- UNEP, (2011), *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, pp 14 – 26. Disponibile su:  
[https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER\\_synthesis\\_en.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf) (consultato il 6/6/2017).
- Viana V. M., Aquino A.R., Pinto T.M., Lima L.M.T., Martinet A., Busson F., Samye J.M., (2012), *REDD+ and Community Forestry: Lessons learned from an exchange of Brazilian experiences with Africa*, The World Bank/Amazonas Sustainable Foundation, Manaus, Brazil, p 16. Disponibile su:  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/350641468223470027/pdf/765650WPOREDD006B00PUBLIC00may02012.pdf>, (consultato il 4/2/2018).
- Wetzel F., Saarenmaa H., Regan R., Martin C.S, Mergen P., Smirnova L., Tuama E.O., García Camacho F.A, Hoffmann A., Vohland K., Häuser C.L., (2015): *The roles and contributions of Biodiversity Observation Networks (BONs) in better tracking progress to 2020 biodiversity targets: a European case study*, *Biodiversity*, DOI: 10.1080/14888386.2015.1075902.
- WCED, (1987), *Report of the World Commission on Environment and Development Our Common Future*, United Nations. Disponibile su:  
<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>, (consultato il 5/5/2017).

- WWF, (2010) “*Living Planet Report 2010. Biodiversità, biocapacità e sviluppo*”, Gland, pp, 11, 81. Disponibile su:  
[http://d24qi7hsckwe9l.cloudfront.net/downloads/lpr\\_2010\\_1.pdf](http://d24qi7hsckwe9l.cloudfront.net/downloads/lpr_2010_1.pdf) (consultato il 4/2/2018).
- WWF, (2016), “*Living Planet Report 2016, sintesi*”. Disponibile su:  
[http://awsassets.panda.org/downloads/lpr\\_living\\_planet\\_report\\_2016.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2016.pdf),  
(consultato il 4/2/2018).
- World Resource Institute, (2008), *Ecosystem services A Guide for Decision Makers*, World Resources Institute, Washington DC, p 2 – 22. Disponibile su:  
[http://pdf.wri.org/ecosystem\\_services\\_guide\\_for\\_decisionmakers.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystem_services_guide_for_decisionmakers.pdf) (consultato il 4/2/2018).

#### SITOGRAFIA

- <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/1/18/16G00006/sg>, consultato il 23/7/2017.
- <http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/definizionia.jsp> consultato il 1/04/2017.
- <http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/indaginiPFT/scaricoDatiGeo.do>, consultato il 4/2/2018.
- <http://www.sian.it/inventarioforestale/>, consultato il 10/4/2017.
- <http://www.gse.it/it/Gas%20e%20servizi%20energetici/Aste%20CO2/Pagine/default.aspx>, consultato il 20/5/2017.
- <http://www.sistemapiemonte.it/fedwinemar/viewer>, consultato il 4/5/2017.
- [https://www.arpa.piemonte.gov.it/reporting/indicatori-on\\_line/uso-delle-risorse/energia\\_consumo-di-energia-elettrica](https://www.arpa.piemonte.gov.it/reporting/indicatori-on_line/uso-delle-risorse/energia_consumo-di-energia-elettrica) consultato il 22/7/2017.
- <https://agrireunioneuropa.univpm.it/it/content/article/31/24/situazione-e-prospettive-della-castanicoltura-da-frutto-italia>, consultato il 4/5/2017.
- <http://natura.provincia.cuneo.it/prodotti-tipici/ortofrutta/castagna-cuneo/>, consultato il 7/6/2018.

- <http://www.parcoalpimaritime.it/ente-parco/attivita/didattica>, consultato il 4/2/2018.
- [http://www.wwf.it/il\\_pianeta/sostenibilita/il\\_wwf\\_per\\_una\\_cultura\\_della\\_sostenibilita/perche\\_e\\_importante2/gli\\_indicatori\\_di\\_sostenibilita/](http://www.wwf.it/il_pianeta/sostenibilita/il_wwf_per_una_cultura_della_sostenibilita/perche_e_importante2/gli_indicatori_di_sostenibilita/), consultato il 28/5/2017.
- [http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/pools\\_carbonio.jsp?menu=3](http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/pools_carbonio.jsp?menu=3) consultato il 6/7/2017.
- <https://www.reteclima.it/protocollo-di-kyoto/>, consultato il / 26/7/2017.
- <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00000600/631-tv-mitigazioni.pdf>, consultato il 27/7/2017.
- <http://www.minambiente.it/pagina/mapping-and-assessment-ecosystem-services-maes>, consultato il 23/7/2017.
- <http://www.2mpa.it/ingegneria-idraulica/bacini-di-laminazione-delle-piene/> consultato il 29/06/2017.
- <http://www.micologica.com/i-funghi/> consultato il 20/7/2017.
- <http://www.minambiente.it/pagina/cose-la-carbon-footprint> consultato il 31/7/2017.
- <http://www.regione.piemonte.it/difesa-suolo/cms/pianificazione/pai.html>, consultato il 27/04/2018.
- Forum on forest: <http://www.un.org/esa/forests/index.html> consultato il 26/7/2017.
- CICES: <http://openness.hugin.com/example/cices> consultato il 8/7/2017.
- UNFCCC: [http://unfccc.int/essential\\_background/convention/items/6036.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php) consultato il 25/7/2017.
- <http://www.nonsoloaria.com/effser.htm> consultato il 6/7/2017.
- GEOPORTALE PIEMONTE: <http://www.geoportale.piemonte.it/cms/>
- <http://www.fao.org/docrep/004/Y1997E/y1997e1m.htm#bm58> consultato il 1/04/2017.

- <https://it.fsc.org/it-it/certificazioni/i-principi-e-criteri-fsc>, consultato il 12/2/2018.
- <http://www.regione.piemonte.it/foreste/it/>, consultato il 16/2/2018.

## *Ringraziamenti*

Al termine di questo percorso ci tengo a fare dei ringraziamenti.

Grazie a tutta la mia famiglia che ha sempre creduto in me, i miei genitori, che mi hanno sempre sostenuta nelle mie scelte, di studio e non, che mi hanno sopportata nelle sessioni esame, e guidata nel miglior modo una persona possa desiderare, con amore e giusti consigli. Grazie a mia sorella Vale, forse la persona che più è diversa da me, o forse no, ma che in un modo tutto suo sa darmi conforto. Alle mie due sorelle Chiara e Manu che, anche se non sono sorelle di sangue, ci sono da sempre e lo sono per tutto quello abbiamo passato insieme.

Un grazie agli amici e compagni che mi hanno accompagnata in questi anni di università, negli infiniti odiati/amati atelier e mille lavori di gruppo. Alle amiche con cui ho condiviso ansie, nervosismi e gioie di cinque anni, e soprattutto di quest'ultimo periodo.

Ringrazio Sere, la migliore amica che possa desiderare, una persona con cui riesco sempre trovare la soluzione giusta, che mi fa notare il positivo delle situazioni anche quando non lo vedo.

Grazie alla mia relatrice Angioletta Voghera e al correlatore Giorgio Pelassa per avermi aiutata nella stesura di questo lavoro.

Infine, mi sento di ringraziare me per essere arrivata fin qui, per averci messo tutto l'impegno di cui sono capace, per aver affrontato esperienze che non credevo di riuscire a fare e che, nonostante le difficoltà, non rimpiango perché mi hanno insegnato tanto e fatta crescere.