

TERZO RAPPORTO SULLO STATO DEL CAPITALE NATURALE IN ITALIA

2019

ALLEGATI TECNICI

Comitato per il Capitale Naturale



INDICE

A. LA PROPOSTA DI NUOVA ARCHITETTURA VERDE NELLA POLITICA AGRICOLA COMUNE POST 2020 E SPUNTI PER IL FUTURO PIANO STRATEGICO NAZIONALE 2021-2027	5
B. HABITAT NATURALI MARINI	8
C. CONSUMO DI SUOLO E ARTIFICIALIZZAZIONE DEGLI ECOSISTEMI NEI PARCHI NAZIONALI	13
D. NUOVE VALUTAZIONI DEI SERVIZI ECOSISTEMICI IN ITALIA	16
1. SERVIZIO RICREATIVO OUTDOOR.....	17
2. SERVIZIO DI IMPOLLINAZIONE	24
3. SERVIZIO DI REGOLAZIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI	32
4. SERVIZIO DI FORNITURA RISORSA IDRICA	39
5. CONCLUSIONI.....	43
6. TABELLE ANNESSE ALL'ALLEGATO D	45
E. I SUSSIDI DANNOSI ALLA BIODIVERSITÀ.....	49
F. BIBLIOGRAFIA.....	56

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 - IL <i>NEW DELIVERY MODEL</i> DELLA PAC 2021-2027: BILANCIAMENTO DELLE RESPONSABILITÀ ORIENTATE AL RAGGIUNGIMENTO DELLE PERFORMANCE.....	5
FIGURA 2 - CONFRONTO TRA ASPETTI CHIAVE DEGLI ECO-SCHEMI (1° PILASTRO) E IMPEGNI AGRO-CLIMATICO AMBIENTALI (2° PILASTRO)..	5
FIGURA 3 - ESPERIMENTO DI TRASPIANTO DI <i>POSIDONIA OCEANICA</i> CON E SENZA GABBIE CHE PROTEGGONO GLI INDIVIDUI TRASPIANTATI DA ERBIVORI.	9
FIGURA 4 - TRASPIANTO DI SPECIE CHIAVE DI INVERTEBRATI DEI POPOLAMENTI DEL CORALLIGENO; FRAMMENTI APICALI DI GORGONIE ROSSE PRONTE PER ESSERE TRASPIANTATE (A SINISTRA) E MONITORAGGIO DELLE COLONIE TRASPIANTATE (A DESTRA).	9
FIGURA 5 - UTILIZZO DI PANNELLI DI PLASTICA PER AIUTARE IL RECLUTAMENTO DELLE LARVE DEL CORALLO ROSSO (<i>CORALLIUM RUBRUM</i>) (A SINISTRA) E TRASPIANTO DI FRAMMENTI DI CORALLO UTILIZZANDO STUCCO EPOSSIDICO SU SUBSTRATO ROCCIOSO (A DESTRA).	10
FIGURA 6 - ESPERIMENTI DI TRASPIANTO DI <i>SPONGIA OFFICINALIS</i> E <i>S. LAMELLA</i> NELL'AREA MARINA PROTETTA DI PORTOFINO, ITALIA, NELL'AMBITO DEL PROGETTO MERCES (VARI TIPI DI SUBSTRATI DI PLASTICA E METALLO, STUCCO EPOSSIDICO E FRAMMENTI DI SPUGNE).....	10
FIGURA 7 - ESEMPIO DI OFFERTA DI OUTDOOR RECREATION PER LA REGIONE VENETO.....	17
FIGURA 8 - ESEMPIO DI DOMANDA DEL SERVIZIO RICREATIVO OUTDOOR PER LA REGIONE VENETO	18
FIGURA 9 - DATABASE DEL TEMPO DI VIAGGIO	19
FIGURA 10 - MAPPA DELL'USO DEL SERVIZIO RICREATIVO DI OUTDOOR	20
FIGURA 11 - MAPPA DELL'USO MONETIZZATO DEL SERVIZIO RICREATIVO OUTDOOR	21
FIGURA 12 - PRESENZA RELATIVE DI IMPOLLINATORI (OFFERTA) PER LA REGIONE SICILIA.....	25
FIGURA 13 - VALORI DELL'USO NORMALIZZATO DEL SERVIZIO DI IMPOLLINAZIONE	26
FIGURA 14 - MET-DEMAND MONETIZZATA DEL SERVIZIO DI IMPOLLINAZIONE	30
FIGURA 15 - VALORE DELL'USO MONETIZZATO DEL SERVIZIO DI IMPOLLINAZIONE	32
FIGURA 16 - OFFERTA DEL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI: UN ESEMPIO PER LA REGIONE LAZIO	33
FIGURA 17 - POTENZIALE PROBABILITÀ DI ALLUVIONE (FHP) UN ESEMPIO PER LA REGIONE LAZIO.....	33
FIGURA 18 - DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE INTERESSATE DAL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI.....	35
FIGURA 19 - DISTRIBUZIONE DELLE ZONE RESIDENZIALI INTERESSATE DAL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI	35
FIGURA 20 - DISTRIBUZIONE DELLE ZONE COMMERCIALI INTERESSATE DAL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI	36
FIGURA 21 - VALORE MONETARIO DELL'USO DEL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI (AREE RESIDENZIALI)	37
FIGURA 22 - VALORE MONETARIO DELL'USO DEL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI (AREE COMMERCIALI/INDUSTRIALI).....	37
FIGURA 23 - EQUAZIONE DEL BILANCIO IDROLOGICO	39
FIGURA 24 - SCHEMA DEL PROCESSO DI CALCOLO	40
FIGURA 25 - FLUSSO IDRICO POTENZIALE	42

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - CONSUMO ENERGETICO E COSTI RELATIVE A DIVERSE FONTI DI ENERGIA	21
TABELLA 2 - TAVOLA DELL'ESTENSIONE DEL SERVIZIO DI OUTDOOR RECREATION	22
TABELLA 3 - TAVOLA DELL'OFFERTA DEL SERVIZIO DI OUTDOOR RECREATION.....	23
TABELLA 4 - TAVOLA DELL'USO DEL SERVIZIO DI OUTDOOR RECREATION	23
TABELLA 5 - TAVOLA DELL'ESTENSIONE PER SERVIZIO IMPOLLINAZIONE	28
TABELLA 6 - TAVOLA DELLA "MET DEMAND"	29
TABELLA 7 - TAVOLA DELL'OFFERTA DEL SERVIZIO DI IMPOLLINAZIONE.....	30
TABELLA 8 - TAVOLA DELL'USO	31
TABELLA 9 - TAVOLA DELL'ESTENSIONE DEL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI	38
TABELLA 10 - TAVOLA DELL'OFFERTA DEL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI	38
TABELLA 11 - TAVOLA DELL'USO DEL SERVIZIO DI REGOLAZIONE DELLE ALLUVIONI	39
TABELLA 12 - PRINCIPALI FONTE DI DATI	40
TABELLA 13 - TAVOLA DELL'ESTENSIONE DELL'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	41
TABELLA 14 - TAVOLA DELL'OFFERTA	42
TABELLA 15 - TAVOLA DELL'USO DEL SERVIZIO APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	43
TABELLA 16 - DRIVERS DELLE PRESSIONI	49
TABELLA 17 - ELENCO COMPLETO SUSSIDI DANNOSI ALLA BIODIVERSITÀ 2017 (CODICI DEL CSA2).....	50

A. La proposta di nuova Architettura Verde nella Politica Agricola Comune post 2020 e spunti per il futuro Piano Strategico Nazionale 2021-2027

Futuro Piano Strategico Nazionale 2021-2027

Il 1° giugno del 2018, la Commissione europea ha presentato un pacchetto di regolamenti¹ recanti il nuovo quadro legislativo e di funzionamento della Politica Agricola Comune per il periodo 2021-2027, i cui testi sono ancora oggi in corso di negoziato per la co-decisione finale tra Consiglio e Parlamento europeo.

L'impianto della governance proposto per il prossimo settennio presenta una significativa novità rispetto all'impostazione finora conosciuta della PAC. Qui di seguito si propone una rappresentazione grafica sul bilanciamento delle responsabilità del nuovo *delivery model*.

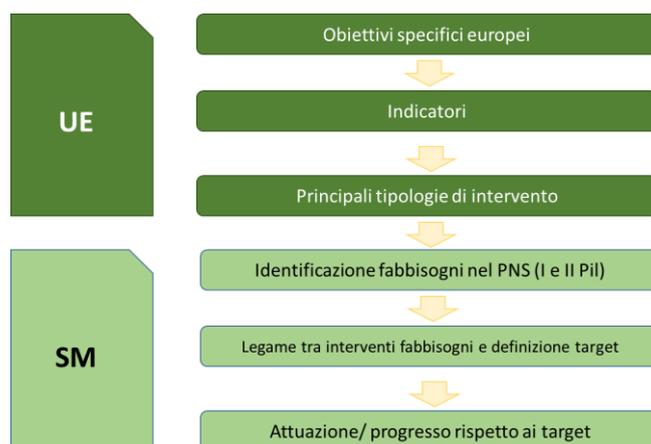


Figura 1 - Il *new delivery model* della PAC 2021-2027: bilanciamento delle responsabilità orientate al raggiungimento delle performance

Fonte: elaborazione su Commissione Europea, 2018

In riferimento alle tipologie di intervento, la possibilità di impostare in maniera flessibile e all'interno di un unico documento programmatico strumenti appartenenti ai due tipici pilastri della PAC, relativi ai pagamenti diretti (1° Pilastro) e alle misure dello sviluppo rurale (2° Pilastro), può certamente favorire la coerenza interna del piano strategico.

Una descrizione più dettagliata delle principali componenti della futura architettura verde della PAC è riportata nella figura che segue.

	Eco-schema	Impegni agro-climatico ambientali
Fondo di finanziamento	1° Pilastro della PAC – senza cofinanziamento dello SM	2° Pilastro della PAC – con cofinanziamento dello SM
Potenziale beneficiario	Agricoltore	Agricoltore, altri proprietari terrieri (Es. Associazioni ambientaliste, ecc..)
Il collegamento del pagamento alla terra	Pagamento per ettaro Terra beneficiaria deve essere ammissibile al pagamento diretto	Pagamento per ettaro Terra beneficiaria deve essere ammissibile al pagamento diretto
Obbligatorio/volontario	Gli SM lo devono prevedere La partecipazione degli agricoltori è volontaria	Gli SM lo devono prevedere La partecipazione degli agricoltori e degli altri potenziali beneficiari è volontaria
Natura dell'impegno	Annuale	Contratto pluriennale (di solito 5-7 anni)
Calcolo del premio	Compensazione per i costi addizionali/ mancato guadagno a causa dell'impegno <i>oppure</i> Pagamento aggiuntivo al supporto base del reddito (no specifiche regole sul livello del premio)	Compensazione per i costi addizionali/ mancato guadagno a causa dell'impegno

Figura 2 - Confronto tra aspetti chiave degli eco-schemi (1° Pilastro) e Impegni agro-climatico ambientali (2° Pilastro)

Fonte: elaborazione su Commissione Europea, 2019

¹ I regolamenti che fanno parte del pacchetto legislativo della PAC post 2020, proposto dalla Commissione Europea il 1° giugno sono tre: Regolamento sui Piani Strategici della PAC, Regolamento su finanziamento, gestione e monitoraggio della PAC e Regolamento sull'organizzazione comune di mercato (OCM) unica.

Dal punto di vista dei contenuti e della tipologia degli interventi, per la PAC post 2020 si riscontrano elementi sia di continuità che di innovazione che cercano di tener conto dell'esperienza passata e dei nuovi impegni internazionali per il clima e l'ambiente. Gli strumenti a disposizione dello Stato membro nell'articolazione della propria architettura verde sono:

- la condizionalità “rafforzata” (articolo 11);
- il regime per il clima e l'ambiente (articolo 28);
- i pagamenti dello sviluppo rurale per l'ambiente e il clima (articolo 65, 66, 67).

La condizionalità rafforzata

In continuità con l'attuale sistema, la futura PAC subordina l'ottenimento completo dell'aiuto al rispetto, da parte dei beneficiari, delle norme di base in materia di ambiente, cambiamenti climatici, salute pubblica, salute animale e delle piante e benessere degli animali.

A tal fine, gli Stati membri dovranno includere nel proprio piano strategico della PAC un sistema di condizionalità, in virtù del quale è applicata una sanzione amministrativa ai beneficiari che ricevono pagamenti diretti o premi annuali e che non sono conformi ai criteri di gestione obbligatori (CGO) previsti dal diritto dell'Unione e alle norme per il mantenimento delle buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA) dei terreni.

Rispetto all'attuale sistema, la proposta della Commissione risulta rafforzata, prevedendo 10 BCAA e 16 CGO². Nell'ambito delle BCAA sono state incluse le pratiche obbligatorie del “greening” (una novità rispetto al 2014-2020, sulla base anche della bassa efficacia riscontrata dei pagamenti verdi³) che diventano *baseline* per gli altri impegni ambientali e climatici e il *Farm Sustainability Tool for Nutrient*. Anche i criteri di gestione obbligatoria sono stati integrati includendo: la Direttiva 2000/60/CE su controllo inquinamento acque da fosfati, il Regolamento 2016/429 su malattie animali trasmissibili e la Direttiva 2009/128/CE su uso sostenibile dei pesticidi (CREA, 2018).

Il nuovo quadro della condizionalità se da un lato appare rafforzato negli impegni ambientali di base per gli agricoltori percettori degli aiuti, dall'altro non risulta ancora completa una applicazione a tutte le componenti della PAC, in quanto gli obblighi della condizionalità varranno per i pagamenti diretti del 1° pilastro e per i pagamenti del 2° Pilastro relativi agli impegni agroambientali, ai vincoli naturali e agli svantaggi naturali specifici derivanti da requisiti obbligatori.

Il Regime per il clima e l'ambiente

Una delle principali novità introdotte nella futura PAC riguarda l'inserimento di un regime di pagamenti per il clima e l'ambiente (eco-schemi) da finanziarsi nell'ambito del 1° Pilastro. È obbligatorio per lo Stato membro prevedere all'interno del Piano strategico la possibilità di uno o più eco-schemi ma è facoltativo per l'agricoltore aderirvi.

Lo Stato membro decide sulla lista delle pratiche agricole da inserire nel regime ecologico, come anche sulla quota di risorse del 1° pilastro da allocarvi e su come spenderle, tenendo conto che la proposta non ha previsto una quota minima obbligatoria del massimale dei pagamenti diretti. Alla Commissione spetta infine l'approvazione dello schema.

Le pratiche ecologiche che il regime può ammettere devono possedere i seguenti requisiti (Marandola D. Vanni F.(2019):

1. andare oltre condizionalità segnata dai CGO e BCAA;
2. andare oltre i requisiti minimi previsti per l'utilizzo dei fertilizzanti, dei prodotti fitosanitari e delle regole sul benessere degli animali;
3. essere differenti rispetto agli impegni agroambientali del PSR e fungere per questi ultimi eventualmente da “*entry level*” di impegno.

Il tema della demarcazione tra i pagamenti compensativi dell'eco-schema e gli impegni di gestione del 2° Pilastro è tuttavia un aspetto su cui non vi è una piena chiarezza nella proposta.

Inoltre, il sostegno per i regimi ecologici è concesso come pagamento annuale per ettaro ammissibile e può assumere la forma di:

- pagamento aggiuntivo al sostegno di base al reddito o
- pagamento totalmente o parzialmente compensativo dei costi supplementari sostenuti e del mancato guadagno, calcolati seguendo la procedura dei pagamenti per gli impegni di gestione dell'agroambiente.

I pagamenti dello sviluppo rurale per l'ambiente e il clima

Tra le otto tipologie di intervento con cui sono state raggruppate le misure dello sviluppo rurale, permangono i pagamenti per gli impegni ambientali, climatici e altri impegni in materia di gestione (articolo 65), i pagamenti per i vincoli naturali o

² Rispetto al 2014-2020, le CGO passano da 13 a 16 e le BCAA passano da 7 a 10.

³ Relazione speciale 21/2017 della Corte dei Conti europea: L'inverdimento: un regime di sostegno al reddito più complesso, non ancora efficace sul piano ambientale

altri vincoli territoriali specifici (articolo 66) e i pagamenti per gli svantaggi territoriali specifici derivanti da determinati requisiti obbligatori (es. Direttiva quadro acque e Direttiva Habitat e Uccelli) (articolo 67).

I pagamenti per gli impegni ambientali, climatici e altri impegni in materia di gestione saranno inclusi nei piani strategici degli Stati membri e saranno concessi unicamente agli agricoltori e ad altri beneficiari che assumono volontariamente impegni in materia di gestione che sono considerati utili per conseguire gli obiettivi specifici ambientali e climatici della PAC (es. la conversione al biologico o il suo mantenimento). Questo aiuto è finalizzato a coprire i costi sostenuti e il mancato guadagno derivante dagli impegni assunti. Se necessario, essi possono coprire anche i costi di transazione. In quest'ambito, appare interessante la possibilità di promuovere e sostenere regimi collettivi e regimi di pagamenti basati sui risultati per incoraggiare gli agricoltori a produrre un significativo miglioramento della qualità dell'ambiente su scala più ampia e in modo misurabile. L'esperienza italiana nell'utilizzo dell'approccio collettivo ha mostrato diversi vantaggi e incoraggia il ricorso anche per la futura programmazione (Marandola D. - Vanni F., 2019).

A differenza dei regimi ecologici, gli impegni hanno durata pluriennale, tra i cinque e sette anni. Altre forme di sostegno alle aziende agricole sono concesse in caso di presenza di vincoli naturali o altri vincoli territoriali specifici (es. aree di montagna) o per svantaggi naturali derivanti da determinati requisiti obbligatori (es. zone agricole e forestali all'interno della Rete Natura 2000, zone agricole incluse nei piani di gestione dei bacini idrografici ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, ...).

Le risorse della PAC per clima e ambiente

Per il ciclo 2021-2027, la Commissione propone per i 27 Stati membri dell'Unione un budget di 365 miliardi (il 28% circa del budget UE complessivo) da destinare all'attuazione della Politica Agricola Comune.

Nei considerando della proposta del Regolamento viene indicato che *“Le azioni nell'ambito della PAC dovrebbero contribuire per il 40% alla dotazione finanziaria complessiva della PAC agli obiettivi climatici”*, al fine di fornire un contributo all'obiettivo complessivo del 25% delle spese di bilancio dell'UE a sostegno degli obiettivi clima, come avanzato nella proposta del budget comunitario 2021-2027 (Commissione europea, 2018). Dalla lettura del Regolamento (articolo 86), non si riscontrano tuttavia vincoli di risorse per clima e ambiente (meccanismi di *ring-fencing*) se non, nel solo caso del 2° pilastro, l'obbligo di contribuire con almeno il 30% del FEASR agli interventi relativi agli obiettivi specifici climatico-ambientali. Nel conteggio sono escluse le risorse per i pagamenti relativi a vincoli naturali. Considerando il peso del 2° Pilastro sul budget complessivo della PAC, l'unico vincolo prioritario di destinazione di risorse per gli obiettivi clima e ambiente si applicherebbe quindi a circa il 6% delle risorse totali della PAC.

Nell'ampio tema della mobilitazione delle risorse per gli obiettivi climatico ambientali un aspetto chiave riguarda la previsione di un sistema di tracciabilità dei flussi finanziari. La proposta di regolamento ha introdotto delle regole di *“Tracciabilità delle spese destinate al clima”* che, basandosi sulla logica dei Rio Markers, attribuiscono dei pesi del 40% e 100% a seconda che il contributo della tipologia di intervento si ritenga rilevante o intermedio agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici, da attribuire in fase di rendicontazione per la misurazione del contributo all'obiettivo di spesa (Articolo 87).

B. Habitat naturali marini

Schede relative a conoscenze attuali per il restauro ecologico di alcuni habitat chiave dei mari italiani.

Habitat chiave: foreste di <i>Cystoseira</i>
1. Descrizione dell'habitat
Le foreste di macroalghe appartenenti alle specie del genere <i>Cystoseira</i> (Fucales) sono alcuni dei più importanti ingegneri ecosistemici in fondali rocciosi mediterranei (Giaccone, 1973; Ballesteros, 1988, 1990; Zabala & Ballesteros, 1989). Le foreste di <i>Cystoseira</i> sono strutturalmente e funzionalmente molto simili alle foreste terrestri (Figura 20). Come gli alberi, le specie di <i>Cystoseira</i> forniscono l'habitat per molte altre specie associate (alghe, invertebrati e pesci). Sebbene miniaturizzate, possono essere considerati foreste sommerse del Mediterraneo. <i>Cystoseira</i> è un genere di alghe brune che formano <i>canopy</i> , e foreste tra le più estese e longeve del Mediterraneo. Diverse specie sono endemiche e molte di esse sono altamente vulnerabili alle attività antropogeniche e, quindi, sono fortemente regredite negli ultimi decenni (Benedetti-Cecchi et al., 2001; Thibaut et al., 2005; Serio et al., 2006).
2. Scale temporali rilevanti per il restauro
Secondo studi recenti, già al secondo anno dopo le azioni di restauro, la densità degli individui ottenuta dalle due tecniche applicate era simile e comparabile con le popolazioni naturali. Tuttavia, ci sono voluti più di 5 anni per raggiungere una struttura dimensionale comparabile tra popolazioni ripristinate e naturali (Verdura et al., 2018).

Habitat chiave: praterie di fanerogame (<i>Posidonia oceanica</i>)
1. Descrizione dell'habitat
Le specie di fanerogame in Mar Mediterraneo ricoprono gli habitat a fondo mobile da 1 m a circa 40 m di profondità, a seconda della capacità di penetrazione della luce. Sono presenti in tutti i paesi del Mediterraneo (Green & Short, 2003) e coprono 2.5-4.5 milioni di ha di fondale marino (Pasqualini et al., 1998). Questa specie ospita comunità molto diverse per adesione, riproduzione e protezione dai predatori (Diaz-Almela e Duarte, 2008). La comunità epifita delle foglie di <i>P. oceanica</i> consiste di micro- (principalmente cianobatteri e diatomee) e macroalghe, vari animali sessili (ad es. <i>Sertularia perpusilla</i> e <i>Plumularia obliqua posidoniae</i>), briozoi (ad es. <i>Electra posidoniae</i>) e foraminiferi microscopici (ad esempio <i>Conidboidea posidonicola</i>) (Colom, 1974). La rete dei rizomi di <i>P. oceanica</i> ospita foraminiferi come <i>Miniacina miniacea</i> e mitili come <i>Pinna nobilis</i> , specie sessili come il polichete <i>Sabella spallanzanii</i> , alghe rosse (es. <i>Peyssonnelia squamaria</i> e <i>Udotea petiolata</i>), molluschi e crostacei, vari echinoidi e stelle marine (ad es. <i>Echinocardium spp.</i> , <i>Spatangus spp.</i> , <i>Asterina pancerii</i>) e crinoidi (ad es. <i>Antedon mediterranea</i>) (Diaz-Almela & Duarte, 2008).
2. Scale temporali rilevanti per il restauro
Il trapianto di fanerogame (1 m ² di superficie, 0.40 m di altezza) ha ottenuto come risultato un tasso di sopravvivenza del 15% dopo 7 mesi dal trapianto (González-Correa et al., 2007). Il primo anno di trapianto è cruciale perché la pianta inizia ad adattarsi al nuovo ambiente e sviluppa le radici. Questo è il periodo in cui di solito si verificano le maggiori perdite dopo il trapianto (Diaz-Almela e Duarte, 2008). Il numero medio di foglie prodotte per germoglio in un anno è 5.7-8.9, la crescita del rizoma è di 1-6 cm e il tasso di reclutamento è da 0.02 a 0.5 unità yr ⁻¹ (Marba et al., 1996). Il successo del trapianto sarà valutato alla fine dell'esperimento attraverso il numero dei germogli sopravvissuti. Tuttavia, il recupero dell'habitat/prateria richiederà più tempo a causa del lento tasso di crescita della specie (almeno 4 anni). Esperimenti di restauro ecologico su praterie di <i>P. oceanica</i> sono stati condotti in Turchia nell'ambito del progetto EU MERCES (Figura 3).

Habitat chiave: praterie di fanerogame (*Posidonia oceanica*)

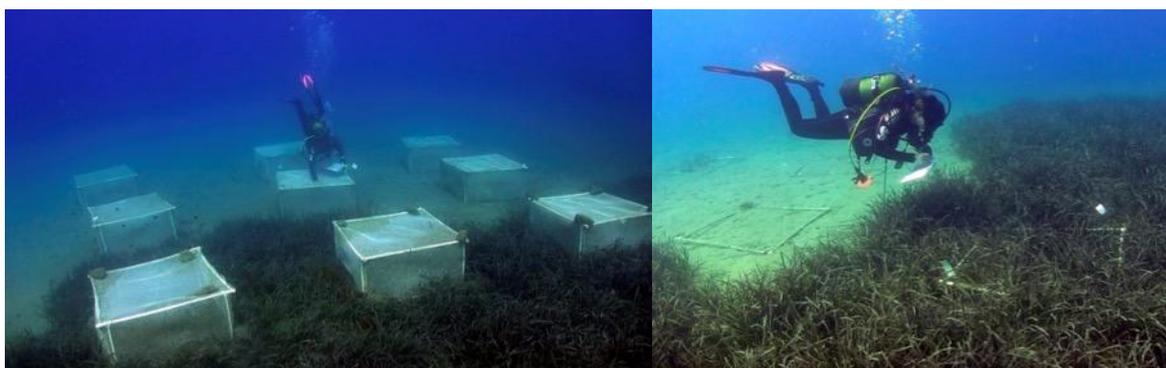


Figura 3 - Esperimento di trapianto di *Posidonia oceanica* con e senza gabbie che proteggono gli individui trapiantati da erbivori.

Habitat chiave: il coralligeno

1. Descrizione dell'habitat

Il coralligeno è caratterizzato da fondi duri di origine biogenica che sono principalmente prodotti dall'accumulo di alghe incrostanti calcaree che crescono a bassi livelli di irradiazione. Questo habitat si estende su tutte le coste del Mediterraneo con una distribuzione batimetrica che varia da 20 a 120 m di profondità, a seconda delle variabili ambientali locali. Gli *assemblage* di coralligeno sono importanti *hotspot* di biodiversità, che ospitano circa il 10% delle specie marine mediterranee, la maggior parte delle quali alghe longeve ed invertebrati sessili (gorgonie, spugne, briozoi, ecc.), che sono caratterizzati da dinamiche lente e che sono molto vulnerabili alle pressioni.

2. Scale temporali rilevanti per il restauro

Individui trapiantati possono esibire tassi di crescita e riproduttività simili alle colonie donatrici dopo alcuni anni (<4 anni). Tuttavia, il periodo necessario per recuperare completamente la complessità dell'habitat tende ad essere di decenni, dati i lenti tassi di crescita della maggior parte delle specie (Montero-Serra et al., 2017). Esempio di esperimento di restauro ecologico condotto in Spagna nell'ambito del progetto EU MERCES (Figura 5).



Figura 4 - Trapianto di specie chiave di invertebrati dei popolamenti del coralligeno; frammenti apicali di gorgonie rosse pronte per essere trapiantate (a sinistra) e monitoraggio delle colonie trapiantate (a destra).

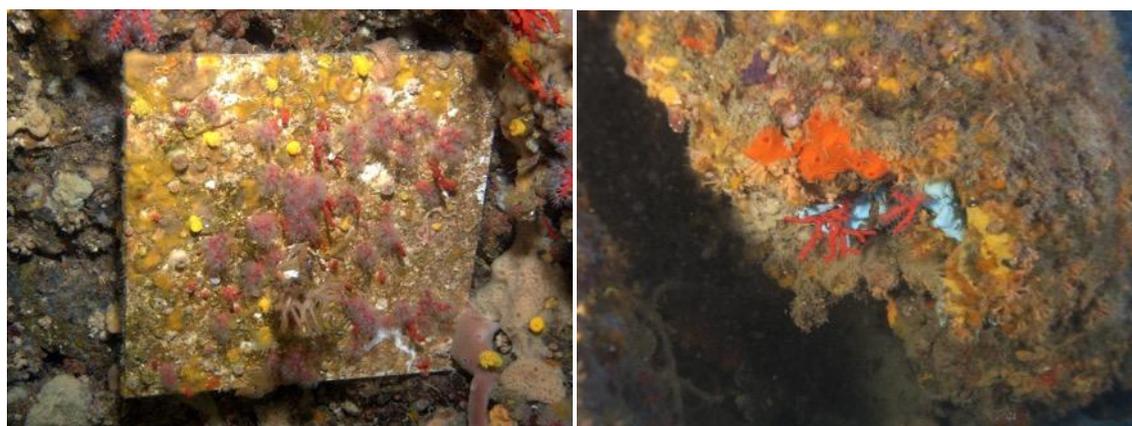


Figura 5 - Utilizzo di pannelli di plastica per aiutare il reclutamento delle larve del corallo rosso (*Corallium rubrum*) (a sinistra) e trapianto di frammenti di corallo utilizzando stucco epossidico su substrato roccioso (a destra).



Figura 6 - Esperimenti di trapianto di *Spongia officinalis* e *S. lamella* nell'area marina protetta di Portofino, Italia, nell'ambito del progetto MERCES (vari tipi di substrati di plastica e metallo, stucco epossidico e frammenti di spugne).

Recenti benefici in termini di costi di lavoro in habitat chiave

Rimozione di minacce

Nonostante la consapevolezza sempre più ampia che gli ecosistemi marini sono vitali per il benessere umano attraverso i numerosi servizi che forniscono e del loro alto valore ecologico, culturale ed economico, il deterioramento e il danno sono ancora diffusi (TEEB, 2010; Halpern et al., 2008). Le pressioni preesistenti e nuove rimangono e/o stanno aumentando fino a livelli allarmanti e con effetti significativi. Sono disponibili numerose opzioni ed interventi di gestione per affrontare alcune di queste minacce, insieme a strumenti legislativi appropriati per sostenere le azioni di protezione attraverso l'implementazione delle politiche esistenti. Diverse direttive sono attuate a livello europeo e dei Mari Regionali al fine di gestire le minacce per raggiungere un buono stato ambientale per i mari europei e un'economia blu sostenibile, mediante un approccio ecosistemico della gestione. Le sorgenti di impatto non puntiformi e le pressioni di rapida diffusione, come i rifiuti marini e le specie invasive sono al primo posto nell'agenda di conservazione e restauro, sia come prerequisito per il restauro sia come minaccia per qualsiasi azione di ripristino. Allo stesso modo, l'effetto del sovra-pascolo di specie erbivore chiave rappresenta una causa per il diffuso degrado di vari ecosistemi marini e una sfida per controllare se un'azione di restauro ha successo. Il controllo e la rimozione sono la risposta a queste tre minacce, e questo è ulteriormente spiegato di seguito insieme ad alcuni esempi che mostrano opzioni diverse dal bloccare l'accesso ad una ipotetica minaccia creando barriere.

Rifiuti marini

I rifiuti marini sono una delle pressioni più diffuse in ambiente marino e sono sempre più mappate per la sua estensione e intensità nei mari europei (Smith et al., 2017). Problematiche, sorgenti e soluzioni delle questioni connesse ai rifiuti marini, dominano sempre più le notizie quotidiane ed i social media. Ciò non sorprende dal momento che i rifiuti marini sono praticamente ovunque, inquinando le nostre coste, la superficie del mare con plastica galleggiante e altri rifiuti, la colonna

d'acqua e il fondale marino, dalle acque superficiali a quelle molto profonde (Pham et al., 2014; Vlachogianni et al., 2017; Lopez-Lopez et al., 2017). I rifiuti marini sono entrati nelle catene alimentari e stanno colpendo tartarughe, mammiferi, uccelli marini e pesci (Anastasopoulou et al., 2013; Hardesty et al., 2015). Inoltre ha anche implicazioni nella diffusione di specie invasive (Tutman et al., 2017). I rifiuti sono presenti in tutte le taglie, dalla microplastica, ai piccoli frammenti di plastica e fibre, fino agli oggetti molto grandi. La causa è stata attribuita a vari settori dell'attività umana, tra cui, ad esempio, la ricreazione e il turismo (ad esempio articoli di plastica monouso) fino alla difesa (ad esempio munizioni). La pesca contribuisce alla diffusione dei rifiuti marini, a causa della perdita di reti, trappole, vasi e linee che intrappolano o soffocano le specie (Hardesty et al., 2015), anche con input diretti di oggetti ordinari che derivano dai pescherecci.

Vi sono vari esempi di progetti di recupero di rifiuti, compresi i progetti di pesca dei rifiuti e la rimozione di attrezzi da pesca abbandonati, persi o eliminati (ALDFG) da parte di sommozzatori (ad esempio DeFishGear, un progetto IPA Adriatico che coinvolge tutti i paesi che si affacciano sul Mare Adriatico (<http://www.defishgear.net/>) e progetti in altre parti del mondo (<http://marinelitternetwork.com/global-projects/>).

Un esempio emblematico di restauro riguarda la rimozione di 2500 pneumatici di auto depositati sott'acqua negli anni '80 e disposti a formare un *reef* artificiale nell'attuale sito NATURA 2000 "Baie et cap d'Antibes - Iles de Lérins" nelle Alpi Marittime nel sud della Francia. Il progetto condotto nel 2005 dall'Agenzia francese delle AMP (Poiret, 2015) aveva lo scopo di ripristinare l'integrità dell'ambiente marino su cui le gomme si sono disperse negli ultimi decenni, evitando così alterazione ulteriore degli habitat naturali del sito di importanza europea: i pneumatici, originariamente destinati a ripristinare le risorse ittiche, non solo hanno alterato il paesaggio sottomarino ma hanno anche danneggiato meccanicamente il fondo marino, minacciando habitat di interesse comunitario come praterie di *Posidonia* e formazioni coralligene. Un altro progetto di restauro dal Mare Adriatico ha indagato il recupero degli habitat rocciosi, rimuovendo le reti/strumenti da pesca "fantasma" abbandonati/persi/scartati e la disponibilità a pagare per diverse opzioni di restauro (un progetto LIFE-GHOST UE, Tonin & Lucaronin, 2016).

Accanto ad altre attività umane, la ricerca è anche responsabile di contribuire al problema, perdendo o rilasciando sul fondo del mare reti, trappole, attrezzature di campionamento, pesi di zavorra e telai di ogni tipo e dimensione (ad esempio perdita di lander bentonici, veicoli subacquei guidati da remoto come NEREUS (Showstack, 2014; Cressey, 2014); ISIS ROVs e AUV (Copley, 2014).

Specie invasive

Le specie invasive causano un impatto significativo sui servizi ecosistemici e sulla biodiversità nei mari europei (Katsanevakis et al., 2014). L'adozione di azioni di gestione per il controllo delle loro popolazioni e la mitigazione dei loro impatti è riconosciuta a livello mondiale come una sfida importante, sebbene sia stata trascurata nei piani di conservazione marina (Giakoumi et al., 2016). L'Aichi Target 9 della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) afferma che entro il 2020, (a) le specie non indigene invasive e le loro vie di diffusione devono essere identificate e prioritariamente, (b) le specie prioritarie devono essere controllate o sradicate e (c) le misure devono essere attuate per gestire vie di diffusione per impedire la loro introduzione. A livello Europeo, nell'ambito della direttiva quadro sulla strategia marina - MSFD (2008/56 / CE), gli Stati membri si impegnano a sviluppare strategie per ottenere un buono stato ambientale (Good Environmental Status, GES), determinato sulla base di 11 descrittori qualitativi; in particolare, il secondo descrittore (D2) della MSFD stabilisce che "le specie non indigene introdotte dalle attività umane sono a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi". Nel Mar Mediterraneo, un indicatore (EO2) focalizzato su "*tendenze dell'abbondanza, della presenza nel tempo e della distribuzione spaziale delle specie non indigene, in particolare delle specie non indigene invasive, in particolare nelle aree a rischio (in relazione ai principali vettori e percorsi diffusione di tali specie)*" è stato considerato un elemento chiave nel programma integrato di monitoraggio e valutazione basato su un approccio ecosistemico (Integrated Monitoring and Assessment Program – IMAP – (UNEP (DEPI)/MED IG.22/28. Decisione IG.22 / 7), che è stato recentemente adottato dalle parti contraenti della convenzione di Barcellona (2016). Fino all'ultimo decennio, pochissimi programmi di eradicazione hanno avuto successo in Europa, fondamentalmente basati su scopi di conservazione (ad esempio progetti LIFE), ma nessuno di questi si concentrava su invertebrati o specie marine (Genovesi, 2005). Tuttavia, secondo le ultime revisioni della letteratura, ciò può essere dovuto in parte al fatto che diverse azioni di eradicazione sono state condotte su piccola scala e sono stati spesso riportati solo su fonti di letteratura grigia a cui è difficile accedere. Le principali ragioni del ridotto numero di programmi di eradicazione, rispetto ad altre parti del mondo (ad esempio in Nuova Zelanda) comprendono l'inadeguato e poco chiaro quadro giuridico e autorizzativo, la mancanza di consapevolezza, l'opposizione pubblica (specialmente per i vertebrati), la mancanza di finanziamenti e di individuazione di nuove invasioni nella loro fase iniziale di introduzione (Genovesi, 2005). Storicamente, ci sono pochissimi casi di eradicazione riuscita di specie marine invasive consolidate nella letteratura scientifica, come quella del polichete *Terebrasabella heterouncinata* in California (Kuris & Culver, 1999) e della cozza incrostante *Mytilopsis sp.* nell'estuario del porto di Darwin, in Australia (Bax et al., 2002). In entrambi i casi, le specie invasive sono state introdotte in una piccola scala spaziale, quindi con costi di eradicazione relativamente bassi, sono state rilevate in una fase

iniziale di colonizzazione, in presenza di linee chiare dalle autorità che permettessero a individui o agenzie di attuare tutte le azioni necessarie (Myers et al., 2000; Ray, 2005). Tuttavia, queste condizioni sono raramente soddisfatte e, quindi, l'adozione di un sistema efficace di allarme e risposta rapidi, ad esempio attraverso lo sviluppo di reti di collaborazione (Zenetos et al., 2015) e iniziative di *citizen science*, potrebbe essere di grande aiuto nella segnalazione e nell'eventuale eradicazione di specie invasive (COM, 2008; Sambrook et al., 2014; Simberloff, 2014). Uno dei più famosi esempi riusciti di estirpazione di specie marine è quello della macroalga verde *Caulerpa taxifolia* in California, dove un gruppo di sub ricreativi ha riconosciuto la specie e contattato le autorità in una fase iniziale di introduzione (Anderson, 2005). D'altra parte, il potenziale di sradicare la stessa specie dalle aree del Mediterraneo nord-occidentale è stato in gran parte perso poiché gli sforzi di eradicazione sono stati avviati più di un decennio dopo la sua prima scoperta a Monaco nel 1984 (Myers et al., 2000). Un altro esempio degno di nota del coinvolgimento attivo dei volontari nell'eradicazione di specie marine invasive è stato il polichete *T. heterouncinata* in un'area invasa in California, dove un esercito di volontari ha rimosso 1,6 milioni di gasteropodi che sono ospiti sensibili a questa specie di polichete (Kuris & Culver, 1999). I volontari hanno anche sostenuto gli sforzi per controllare le popolazioni del pesce *lionfish* alieno altamente invasivo (*Pterois volitans* e *P. miglia*) nel Mar dei Caraibi, e persino di invertire il declino nel pesce nativo, utilizzando attrezzi da pesca selettivi (de León et al., 2013; Côté et al., 2014; Anderson et al., 2017). Un progetto rilevante è stato recentemente avviato a Cipro (RELIONMED, LIFE + Nature and Biodiversity 2016) e durerà per 4 anni (2017-2021). Gli esempi sopracitati di eradicazione riguardavano il controllo meccanico o fisico (ad esempio l'abbattimento di pesci *lionfish*) o metodi di eradicazione chimica (ad esempio per l'eradicazione di *Caulerpa taxifolia* e *Mytilopsis* sp.). Metodi di eradicazione chimica (ad esempio con erbicidi) sono anche comunemente usati per la rimozione di piante invasive con lo scopo di ripristinare gli habitat delle paludi intertidali (Turner & Warren, 2003; Kimball et al., 2010; Kerr et al., 2016). Esempi di controllo biologico delle specie marine invasive includono l'uso di altre specie invasive, ad esempio la predazione da parte dei granchi blu *Callinectes sapidus* sul gasteropode *Rapana venosa* negli Stati Uniti (Harding, 2003) e l'uso di specie esotiche di mangrovie per controllare l'invasione di *Spartina alterniflora* lungo le coste della Cina, come modello per promuovere il restauro della comunità nativa tramite il controllo dell'invasione esotica (Zhou et al., 2015).

Specie keystone

La perdita di foreste di macroalghe a causa del sovrapascolo da parte dei ricci di mare è stata documentata in diverse aree del mondo, compresi i mari europei (Bekkby et al., 2017). Negli ultimi decenni diversi studi hanno suggerito che il drastico degrado delle foreste di macroalghe a barren è indirettamente legato alla pesca eccessiva e ai relativi effetti a cascata lungo la rete trofica (Sala et al., 1998). In uno schema semplificato, l'esaurimento delle specie di pesci predatori può determinare un aumento significativo dei ricci di mare che, a loro volta, sovrapascolano eccessivamente le alghe che formano la *canopy* (ad esempio *Cystoseira* sp.). Studi comparativi tra aree protette e aree mediterranee non protette hanno dimostrato che l'impatto della predazione dei pesci sui ricci di mare era più elevato nelle aree protette, suggerendo quindi che le restrizioni di pesca (ad esempio l'istituzione di riserve marine con relativi divieti) potrebbero ristabilire le interazioni perdute (Guidetti, 2006). Il controllo delle popolazioni di ricci nelle aree sovrasfruttate è stato comunemente adottato come una pratica che potrebbe aiutare nel ripristino delle foreste degradate di macroalghe (Bekkby et al., 2017, Fraschetti et al., 2017). I principali metodi utilizzati includono la rimozione manuale dei ricci di mare da parte di subacquei, compresi i cittadini volontari (Watanuki et al., 2010 e Guarnieri et al., 2016) e la loro esclusione - insieme ad altre specie erbivore - nell'applicazione di tecniche di restauro/ripristino (ad esempio trapianto di macroalghe su strutture artificiali) utilizzando reti o gabbie anti-pascolo (Falace & Bressan, 2002; Perkol-Finkel et al., 2012). Tuttavia, le capacità di colonizzazione delle specie target dovrebbero essere prese in considerazione quando si progettano azioni di rimozione, al fine di definire la scala spaziale appropriata (Fraschetti et al., 2017). Oltre ai suddetti metodi di controllo fisico, anche l'uso del controllo biologico, come l'aumento della pressione predatoria (ad esempio l'introduzione di granchi), è stato considerato in alcuni casi, nel tentativo di aumentare la probabilità di successo del restauro (Fagerli et al., 2014; Bekkby et al., 2017). Metodi fisici simili (ad esempio rimozione manuale), biologici (ad esempio inclusione di predatori come tritoni) e chimici (iniezione di sali biliari, aceto domestico, solfato di rame o bisolfato di sodio da parte di subacquei) sono stati applicati per la gestione di esplosioni demografiche delle stelle marine a corona di spine (COTS) *Acanthaster planci*, che è una delle maggiori cause di perdita di barriere coralline indo-pacifiche (Johnson et al., 1990; Morello et al., 2014; GBRMPA, 2017).

C. Consumo di suolo e artificializzazione degli ecosistemi nei parchi nazionali

1.1 Contesto strategico di riferimento

Come sancito nella Convenzione sulla Diversità Biologica (1992) e ampiamente condiviso in ambito scientifico, la conservazione della piena efficienza funzionale e strutturale degli ecosistemi rappresenta il principio base della tutela della biodiversità. È noto che il concetto di ecosistema può riferirsi, in funzione della scala spaziale adottata, a una comunità biologica (o biocenosi) o a un complesso di comunità presenti in un ambiente omogeneo.

Nell'ultimo decennio, in particolare a seguito del IV World Conservation Congress (2008), l'IUCN ha rivolto sempre maggiore attenzione agli ecosistemi minacciati di estinzione, forte della consolidata tradizione di valutazione a livello di specie, che ha condotto alla redazione di specifiche Liste Rosse. L'obiettivo dell'IUCN è quello di applicare i criteri di valutazione per tutti gli ecosistemi del mondo entro il 2025. In tale contesto, l'interesse per la declinazione delle valutazioni a livello continentale e nazionale è in continua crescita. In Europa, l'approccio ecosistemico è stato adottato, con la Direttiva Habitat, come riferimento metodologico fin dall'inizio degli anni '90. Molto è stato fatto nella valutazione della vulnerabilità di specie e habitat di interesse comunitario e, più di recente, nella definizione della lista rossa degli EUNIS habitat types.

La Strategia europea per la Biodiversità 2020 chiede ai Paesi di “porre fine alla perdita di biodiversità e al degrado dei servizi ecosistemici nell'UE entro il 2020 e ripristinarli nei limiti del possibile, intensificando al tempo stesso il contributo dell'UE per scongiurare la perdita di biodiversità a livello mondiale”. L'obiettivo dell'UE in materia di biodiversità per il 2020 si fonda sul riconoscimento che, oltre al valore intrinseco, la biodiversità e i servizi da essa offerti hanno un notevole valore economico che il mercato raramente coglie. Poiché non è facile determinarne il prezzo, la biodiversità è spesso vittima di opinioni contrastanti quanto alla natura e al suo utilizzo. Lo studio internazionale *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)*, sponsorizzato dalla Commissione, raccomanda che il valore economico della biodiversità sia preso in considerazione nei processi decisionali ed entri nei sistemi di contabilità e di rendicontazione dei bilanci nazionali e regionali.

La Strategia prevede sei obiettivi sinergici e interdipendenti distinti in azioni, che concorrono tutti ad arrestare la perdita di biodiversità e il degrado dei servizi ecosistemici. In particolare, l'Obiettivo 2 è finalizzato a preservare e valorizzare i servizi ecosistemici nonché a ripristinare gli ecosistemi degradati ricorrendo alle infrastrutture verdi come strumento per la pianificazione del territorio. Riprende quanto concordato a Nagoya dalla Conferenza delle Parti della CBD (Convenzione sulla Biodiversità Biologica) nel corso della sua X riunione “ripristinare il 15% di ciascun ecosistema degradato entro il 2020”. L'obiettivo 2 è strategicamente formulato per permettere all'UE e ai suoi stati membri di indirizzare le azioni verso una crescita sostenibile, promuovendo nel contempo la coesione economica, territoriale e sociale, salvaguardando il patrimonio culturale europeo. La Commissione Europea ha costituito tre *working group* per aiutare gli stati membri a sviluppare le azioni previste nel Target 2. Il progetto MAES “*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*” (WG MAES) attualmente individuato come processo attuativo della stessa Strategia, pone la conoscenza anche cartografica degli ecosistemi e dei servizi ecosistemici come base essenziale per la definizione delle cosiddette “Infrastrutture Verdi”, capaci di legare insieme la valorizzazione economica e sociale con la tutela della biodiversità.

Il processo MAES in Italia si compone delle tre fasi proposte in Europa, ovvero: i.) mappatura degli ecosistemi; ii.) valutazione dello stato di conservazione; iii.) valutazione dei servizi ecosistemici, più tre ulteriori fasi che rendono il MAES uno strumento di pianificazione e di gestione sostenibile del territorio, maggiormente calato nelle realtà regionali.

1.2 Identificazione e mappatura degli ecosistemi

Metodologia per la mappatura degli ecosistemi	Principali risultati
Definizione e mappatura delle tipologie ecosistemiche su base vegetazionale, fitogeografica e bioclimatica a livello nazionale	Carta degli Ecosistemi d'Italia
Dati e cartografie di base: Corine Land Cover IV livello 2006 (scala 1:100.000); Carta delle Ecoregioni d'Italia (scala 1:100.000); Carta delle Serie di Vegetazione (scala 1:250.000); Informazioni bioclimatiche e biogeografiche;	Scala 1:100.000 unità minima 25 ettari Copertura dell'intero territorio nazionale
Carta di sintesi della Vegetazione Naturale Potenziale (scala 1:250.000).	Legenda composta da 97 tipologie (84 ecosistemi naturali e seminaturali, 10 sistemi agricoli, 3 sistemi artificiali) 43 ecosistemi forestali

La mappatura degli ecosistemi a livello nazionale rappresenta l'attività fondamentale per l'implementazione dell'Azione 5 della Strategia Europea per la Biodiversità, propedeutica alla valutazione degli ecosistemi stessi e alla mappatura e valutazione dei servizi correlati. La particolare enfasi sulla mappatura degli ecosistemi deriva dalla necessità di disporre di esplicite informazioni spaziali per poter opportunamente valutare le minacce che gravano sugli ecosistemi e sulla loro capacità di fornire servizi in termini di cause (es. uso e gestione delle risorse), di pressioni (es. inquinamento, cambiamenti climatici), di loro gradienti e di loro variazioni nel tempo e nello spazio (2nd MAES report). Nel processo di mappatura a livello nazionale, le informazioni relative ai caratteri bioclimatici (28 classi, 8 bioclimi, 3 regioni), agli ambiti biogeografici (*sensu* Direttiva Habitat, opportunamente ridisegnati) e alle ecoregioni (2 Divisioni, 7 Province, 11 Sezioni e 33 Sottosezioni) sono state utilizzate per la definizione della Nuova Carta della Vegetazione Potenziale (39 tipi di VNP) e sulla base di tale documento di sintesi sono state quindi reinterpretate le diverse tipologie di copertura del suolo in chiave ecosistemica. La mappa degli ecosistemi spazializza 84 tipologie di ecosistemi naturali e seminaturali (di cui 43 forestali) a cui si aggiungono le superfici agricole e artificiali per un totale di 97 voci di legenda.

1.3 Valutazione dello stato di conservazione

Il presupposto teorico è che ecosistemi in buono stato di conservazione forniscono beni e servizi utili alla salute e al benessere umano meglio di ecosistemi in cattivo stato di conservazione. La conoscenza dello stato di conservazione degli ecosistemi è quindi un elemento determinante nella valutazione dell'efficienza di fornitura di eventuali servizi. Il processo di valutazione condotto a scala nazionale (2014, 2015) nell'ambito del primo report MAES, ha previsto analisi in grado di stimare l'influenza della composizione e configurazione spaziale sullo stato di conservazione degli ecosistemi tramite l'applicazione di un modello multi-scalare e gerarchico:

Scala	Modello di riferimento	Composizione	Configurazione spaziale
Piccola scala (livello nazionale)	Vegetazione Naturale Potenziale	Presenza e copertura degli ecosistemi maturi	Configurazione spaziale degli ecosistemi maturi
Media scala (livello regionale e ecoregionale)	Serie di Vegetazione	Presenza e copertura degli stadi seriali per ogni serie di vegetazione	Distribuzione spaziale e analisi dei contatti tra ecosistemi ed altre coperture del suolo
Grande scala (livello locale)	Combinazione specifica caratteristica dell'associazione vegetale di riferimento	Presenza e assenza relativa alle specie della combinazione specifica	Copertura e arrangiamento della combinazione specifica caratteristica

Il riferimento per valutare la coerenza e la maturità successionale degli ecosistemi è rappresentato dalla conoscenza dell'eterogeneità vegetazionale potenziale di un territorio. Ciò permette di definire e cartografare, se non ci fossero modificazioni indotte da disturbi naturali e/o da attività umane, gli ambiti territoriali che per fattori climatici, litologici, morfologici e biogeografici dovrebbero ospitare uno stesso tipo di vegetazione matura spesso a carattere forestale (Carta della Vegetazione Naturale Potenziale).

Secondo queste premesse la copertura reale degli ecosistemi (siano essi tappe mature o stadi di sostituzione) all'interno degli ambiti di Vegetazione Naturale Potenziale di riferimento viene assunta come un primo essenziale parametro per la stima dello stato di conservazione degli ecosistemi. Altro parametro che supporta la valutazione è l'analisi dei contatti che ciascun ecosistema ha con il proprio intorno. La scelta di valutare i contatti è guidata dal fatto che le condizioni strutturali e funzionali di un ecosistema naturale o semi-naturale vengono fortemente influenzate dal contesto territoriale in cui si sviluppano.

Metodologia per la valutazione dello stato di conservazione degli ecosistemi	Principali risultati
<p>Due parametri:</p> <p><u>Confronto tra copertura reale e potenziale:</u> viene valutato in condizioni critiche un ecosistema che presenta una ridotta estensione rispetto alla sua potenzialità</p> <p><u>Analisi della configurazione spaziale degli ecosistemi in termini di qualità di contatti:</u> maggiore è la percentuale di contatti che l'ecosistema ha con tipologie naturali, migliore è lo stato di conservazione.</p> <p>Non entrano in questa valutazione gli ecosistemi a prevalenza di specie alloctone e i sistemi agricoli ed urbani, i quali però hanno un ruolo determinante nella valutazione della qualità dei contatti.</p>	<p><u>Carta dello Stato di Conservazione degli Ecosistemi</u></p> <p><u>Tabella di confronto</u> tra la valutazione degli ecosistemi a livello nazionale e la valutazione degli stessi ecosistemi nelle diverse regioni amministrative</p> <p>Per ciascuna regione amministrativa è stata prodotta una <u>scheda di sintesi</u> in cui si possono analizzare i risultati delle singole valutazioni di ciascun ecosistema presente nel territorio regionale (in termini di copertura in ettari e % nel territorio regionale, numero di poligoni, area media, rapporto reale/potenziale, qualità dei contatti e % di protezione da parte del sistema delle aree protette);</p> <p><u>Quadro di unione relativo alla valutazione dello stato di conservazione degli ecosistemi a livello regionale</u></p> <p>Le cartografie dello stato di conservazione permettono di:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>evidenziare</u> per ciascuna tipologia di ecosistema le differenze tra la valutazione calcolata a livello nazionale e a livello regionale; 2) <u>confrontare</u> per una stessa tipologia di ecosistema le valutazioni ottenute nelle diverse regioni.

Materiale disponibile sul sito del Ministero dell'Ambiente:
ftp://ftp.minambiente.it/pnm/Strategia_Nazionale_Biodiversita/Capitale_Naturale

Nel primo rapporto sul Capitale Naturale è stata presentata una valutazione dello stato di conservazione degli ecosistemi italiani basata su parametri di composizione e configurazione spaziale particolarmente significativi in un contesto di contabilità del capitale naturale. Quella prima valutazione ha consentito di mettere in evidenza la variabilità delle condizioni degli ecosistemi naturali e semi-naturali presenti in Italia nonché di identificare le situazioni più critiche sia a livello nazionale sia a livello ecoregionale. Per facilitare l'interpretazione dello stato di conservazione degli ecosistemi si è scelto di ricondurre queste tipologie di ecosistemi alle categorie dell'Inventario nazionale delle foreste e del carbonio (INFC).

L'approfondimento sulla valutazione dello stato di conservazione raggiunto nel 2° Rapporto sul Capitale Naturale ha consentito di validare e approfondire la precedente valutazione, tenendo anche conto dell'avanzamento delle conoscenze relative all'assetto ecoregionale e agli ecosistemi nazionali. Sono stati inoltre presi in considerazione diversi indicatori relativi al **consumo di suolo** e alla **frammentazione** degli ecosistemi naturali e semi-naturali determinata dalle superfici artificiali (edificato, infrastrutture, aree impermeabilizzate, etc.).

Come ulteriore approfondimento riportato nel 2° Rapporto, per ciascuna **ecoregione**, sono state segnalate le situazioni di maggior criticità a livello di **regioni amministrative** (ad es. settore veneto dell'ecoregione Padana, settore marchigiano dell'ecoregione Appenninica, ecc.).

A conclusione del 2° Rapporto sono state anche fornite delle raccomandazioni sia di carattere generale che per specifiche localizzazioni geografiche.

D. Nuove valutazioni dei Servizi Ecosistemici in Italia⁴

Introduzione

La modellizzazione biofisica e la valutazione economica dei servizi ecosistemici hanno ricevuto un'attenzione crescente nella definizione di un percorso metodologico adatto a valutare lo stato del capitale naturale e i servizi ecosistemici che esso fornisce, soprattutto per scopi di contabilità nazionale.

Di fatto, gli standard internazionali per la contabilità dei servizi ecosistemici (Edens e Hein 2013, Obst et al 2015, Schröter et al 2014, UN, 2104; UN, 2017; Vardon et al., 2016) già ora forniscono un quadro coerente per la codifica delle informazioni sull'estensione degli ecosistemi, i rispettivi flussi e tutti i benefici che da questi derivano a favore del benessere umano.

Nel contesto della strategia UE 2020 per la Biodiversità uno degli obiettivi essenziali dell'azione 5 e del quadro concettuale MAES riguarda la promozione di analisi sui benefici che derivano dalla preservazione della biodiversità e dal mantenimento degli ecosistemi in una condizione ottimale per il benessere umano. L'obiettivo 2 della stessa strategia affronta il concetto di "capitale naturale" e chiede di sviluppare approcci contabili adeguati per quanto riguarda lo stato degli ecosistemi e i loro servizi. Tale obiettivo è infatti costruito sulla premessa che ecosistemi sani, ricchi di biodiversità, offrono molti più servizi degli ecosistemi degradati o sfruttati in maniera non sostenibile.

Queste analisi sono direttamente collegate alla modellizzazione e valutazione biofisica dello stato degli ecosistemi e dei loro servizi. I dati compilati nell'ambito di questi processi costituiscono un input importante per l'ulteriore sviluppo di schemi di contabilità nazionale e viceversa i nuovi approcci contabili possono fornire un quadro molto utile per strutturare dati più accurati e rilevanti sui servizi ecosistemici e sull'analisi integrata.

L'attuazione della legge n. 221/2015 "Misure ambientali per promuovere l'economia verde e limitare l'uso eccessivo delle risorse naturali" richiede valutazioni specifiche del capitale naturale e dei servizi ecosistemici in termini biofisici e monetari a livello nazionale. In questo contesto e nell'ambito dell'obiettivo generale di sviluppare un sistema integrato di contabilità dei servizi del capitale naturale e ecosistemici, perseguito anche da una partnership costituita in ambito di Commissione Europea (DG ENV, DG CLIMA, DG JRC, DG ESTAT, DG RTD) con l'iniziativa KIP-INCA (Knowledge innovation project -Integrated system for Natural Capital and ecosystem services Accounting) a livello UE, le applicazioni di seguito riportate sebbene sperimentali, aumentano il livello di complessità della modellizzazione rispetto ai precedenti Rapporti 2017⁵ e 2018⁶. La misurazione del contributo che i servizi ecosistemici forniscono alla società e alle attività economiche, spesso intervenendo in maniera preventiva nei confronti di alcuni dei rischi ambientali più significativi del nostro paese, si sviluppa attraverso la mappatura, le valutazioni biofisiche ed economiche di quattro servizi ecosistemici (SE), a cui si aggiunge la costruzione di tavole contabili, in linea con gli standard e le procedure metodologiche stabilite in ambito MAES (La Notte et al., 2017) e SEEA-EEA (UN, 2014; Un, 2017).

I servizi ecosistemici selezionati sono: il servizio ricreativo outdoor (le caratteristiche naturali che consentono il godimento di attività ricreative), il servizio di impollinazione delle colture (il contributo degli impollinatori selvatici alla produzione agricola, con quantificazione della frazione dipendente dall'impollinazione della produzione economica), il servizio di approvvigionamento idrico (una stima idrologica distribuita a livello spaziale del contenuto di acqua, deflusso e infiltrazione, per garantire processi ecologici dipendenti dall'acqua) e il servizio di regolazione del rischio di alluvioni (un servizio ecosistemico che stima la capacità della vegetazione e dei suoli di trattenere l'eccesso di deflusso dalle piogge).

I valori monetari ottenuti, seppur frutto di metodologie da perfezionare e di ipotesi da raffinare nei prossimi rapporti, aprono una prospettiva ineludibile circa la straordinaria importanza di attribuire quanto meno degli ordini di grandezza economici anche al Capitale Naturale.

⁴ Autori: Alessio Capriolo (ISPRA), Riccardo G. Boschetto (ISPRA), Rosa Anna Mascolo (ISPRA), Francesca Fornasier (ISPRA), Stefano Balbi (Basque Centre for Climate Change di Bilbao), Ferdinando Villa (Basque Centre for Climate Change di Bilbao).

Questo lavoro è stato svolto anche con il supporto di Istat (Aldo Femia, Angelica Tudini) nella raccolta di alcuni dati di base e nella supervisione degli aspetti metodologici delle valutazioni monetarie e procedurali di contabilità.

Si ringraziano Lorenzo Ciccarese (ISPRA), Valerio Silli (ISPRA) e Valter Bellucci (ISPRA) in qualità di reviewer.

⁵ [Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia 2017.](#)

⁶ [Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia 2018.](#)

1. Servizio Ricreativo Outdoor

Introduzione

Il servizio ricreativo outdoor è un servizio ecosistemico culturale che considera tutte le interazioni fisiche e intellettuali con gli ecosistemi terrestri e marini. Prende in considerazione gli elementi naturali o le qualità degli ecosistemi che sono visti, osservati, vissuti o goduti in modo passivo o attivo dalle persone su base giornaliera. Il servizio ricreativo quantifica dunque cosa gli ecosistemi offrono in termini di opportunità di svago e che si traduce in benessere psico-fisico per l'uomo.

Il modello sviluppato per il servizio ricreativo outdoor è ispirato al modello ESTIMAP sviluppato da Paracchini (Paracchini et al. (2014)) per l'Europa e concepisce il servizio come il risultato di un'interazione fra l'offerta e la domanda ad esso associate. Il modello calcola l'offerta ricreativa (eq.1) come funzione moltiplicativa della naturalità e dell'accessibilità, quest'ultima basata sulla distanza dai fattori di attrattività naturale, calcolata come distanza euclidea delle aree protette⁷, picchi montuosi, coste e corpi idrici⁸ (inclusi ruscelli, laghi e mari).

Modello biofisico

Il modello calcola il grado di naturalità (Tab. 1 Annesso I) come una riclassificazione dei tipi di copertura del suolo in valori numerici compresi tra 1 e 7, con valori più alti che rappresentano l'intensità di uso del suolo ovvero l'influenza umana sulla natura (Paracchini et al., 2014).

Il modello cataloga poi i valori di offerta ricreativa normalizzata in tre classi di potenziale ricreativo (< 0,75, da 0,75 a 0,88 e > 0,88), che hanno prodotto valori simili a quelli derivanti dall'implementazione del modello ESTIMAP per il cosiddetto *Recreation Opportunity Spectrum* (ROS, Clark e Stankey, 1979; Joyce e Sutton, 2009; Paracchini et al., 2014).

$$Offerta (S) = HI \cdot [(d(PA) + d(C) + d(St) + d(L) + d(Mp)) \quad (\text{eq. 1})$$

dove HI è l'indice di influenza umana e d è la distanza euclidea calcolata rispettivamente dalle Aree Protette (PA)⁹, Costa (C), Fiumi (St), Laghi (L) e Montagne (Mp). Per offrire una maggiore risoluzione visiva, l'offerta di attività ricreative all'aperto è mostrata solo per una particolare regione in Figura 7 (i valori in rosso corrispondono ai valori più alti di offerta).

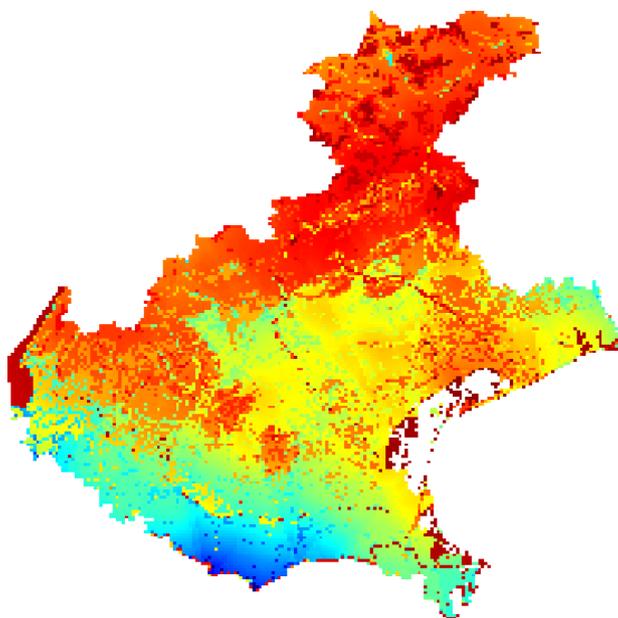


Figura 7 - Esempio di offerta di outdoor recreation per la regione Veneto

⁷ Elenco Ufficiale Aree Protette (EAUP) MATTM- Geoportale Nazionale <http://www.pcn.minambiente.it/>

⁸ Carta di uso e copertura del suolo, realizzata da ISPRA, 2017.

⁹ Le Aree Protette prese in considerazione sono quelle da elenco Ufficiale Aree Protette (EAUP) del MATTM.

In alternativa alla classificazione ROS di ESTIMAP¹⁰, il modello implementato con Aries¹¹ quantifica la Domanda D di servizio ricreativo outdoor come somma ponderata di due indici normalizzati, uno relativo ad una funzione di mobilità $F(d)$ e l'altro relativo alla densità di popolazione *Pop density* con un fattore di riduzione costante β che tiene in considerazione la propensione maggiore o minore della popolazione a viaggiare a seconda della classe anagrafica di appartenenza:

$$\text{Domanda } (D) = F(d) + \beta \cdot \text{Pop density} \quad (\text{eq. 2})$$

Per offrire una maggiore risoluzione visiva, la domanda di attività ricreative all'aperto è mostrata solo per una particolare regione in Figura 8 (i valori in rosso corrispondono ai valori di domanda più alti).

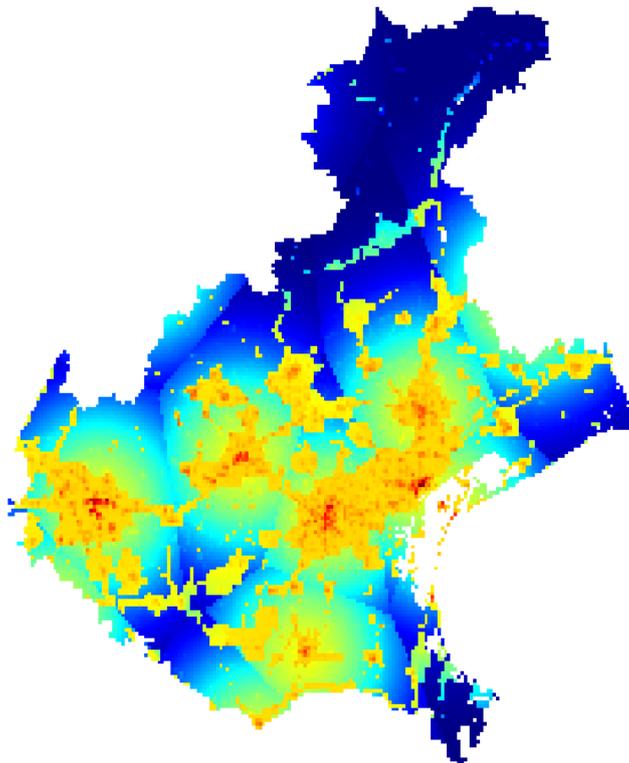


Figura 8 - Esempio di domanda del servizio ricreativo outdoor per la regione Veneto

La funzione di mobilità $F(d)$ (adattata da Paracchini et al., 2014 e originariamente basata su Geurs e van Eck, 2001) descrive la probabilità che un individuo intraprenda un viaggio giornaliero per attività ricreativa in zone a diversa naturalità, e modella tale probabilità di raggiungere un sito in funzione della distanza. Si assume che uno spostamento o viaggio giornaliero sia altamente probabile entro i 30 Km e che la probabilità decresca fino a diventare molto bassa a 80 Km. In questo modo la funzione di mobilità assume la seguente formulazione:

¹⁰ Secondo Rapporto sul Capitale Naturale, 2018.

¹¹ Questo lavoro è stato realizzato utilizzando la tecnologia ARIES (*Artificial Intelligence for Ecosystem Service*) che facilita gli utenti a mappare e valutare gli ecosistemi e i servizi che vengono forniti a specifici gruppi di beneficiari umani in specifiche aree geografiche. Aries contiene un ampio database di dati spaziali e modelli di servizi ecosistemici su scala locale e globale. I dati sono "etichettati" con concetti rilevanti in modo che i modelli di servizio dell'ecosistema riescono a richiamare, trasformare e integrare automaticamente i dati necessari in ciascun modello per il contesto ecologico e socioeconomico di una regione. Quando vengono resi disponibili dati "semanticamente" annotati che coprono nuove estensioni o risoluzioni spaziali e temporali, il concetto annotato, descritto nei dati, consente ad ARIES di sostituire automaticamente i dati locali con quelli globali, laddove appropriato. Il software è un ambiente continuamente aggiornato, un sistema di modellazione basato sul contesto in cui verranno utilizzate le migliori conoscenze disponibili per il contesto analizzato. Il sistema assembla una strategia computazionale, basata su una serie di regole in base alle quali i dati, i modelli e le parametrizzazioni del modello vengono applicati in modo selettivo al fine di produrre i risultati desiderati. La personalizzazione dei modelli e dei dati è importante per acquisire conoscenze locali, migliorare la credibilità e ridurre le inesattezze intrinseche di dati globali e di altro tipo. L'approccio di ARIES alla personalizzazione del modello automatizzato espande il ruolo dei modelli di servizio dell'ecosistema globale, consentendo la navigazione tra diversi livelli di modelli in base alle esigenze di valutazione, alla disponibilità di tempo e di dati.

$$F(d) = \frac{(1+K)}{(K+e^{(a \cdot d)})} \quad (\text{eq. 3})$$

dove d è la distanza da un sito e K e a sono parametri che descrivono rispettivamente la forma a S e la scala della funzione log-logistica (Geurs e Van Eck, 2001). La funzione presuppone che il cittadino medio abbia maggiori probabilità di viaggiare verso siti più vicini rispetto a quelli più lontani. Il valore di ogni cella corrisponde al numero di abitanti che possono raggiungere la cella da città con oltre 50000 abitanti (Uchida e Nelson, 2010).

- Più specificatamente d è la distanza dalle città principali interrogate automaticamente in Open Street Map ad ogni singolo runtime che imposta una distanza di 30 km come il limite più probabile per brevi viaggi intorno alle città principali, dove la probabilità di un'elevata richiesta ricreativa è molto maggiore. Quando il tempo di viaggio è superiore a 30 minuti, si assume che ogni nuova distanza diventi $d = d_i + 30$ km.
- I valori dei parametri della funzione di mobilità sono costanti: $K = 450$ e $a = 1.12E - 04$, che è una combinazione delle funzioni di mobilità di breve distanza (8 km) e di lungo raggio (80 km) (Paracchini et al., 2014).
- Insieme alla valutazione della distanza dalle principali città, consideriamo il tempo di viaggio verso quelle città al fine di valutare le differenze nell'accessibilità. È stato utilizzato un set di dati¹² (Figura 9) per il tempo di viaggio, poi normalizzato e discretizzato in tre classi: facilmente accessibili ≤ 0.25 ; accessibili da 0,25 a 0,5 e non accessibili $> 0,5$.

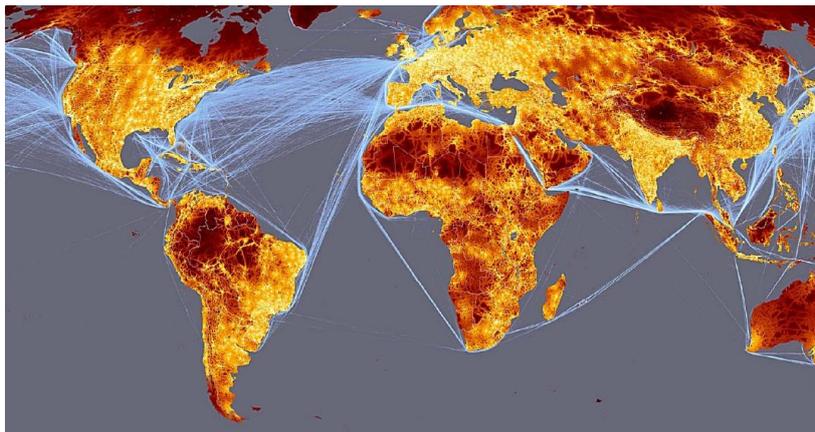


Figura 9 - Database del tempo di viaggio

La domanda di servizio ricreativo outdoor tiene conto della probabilità di effettuare una gita di un giorno fino a un certo punto e della densità di popolazione nelle aree che fungono da fonte di visitatori per quella posizione, descrivendo così il numero relativo di viaggi effettuati da ciascuna cella della griglia nel contesto. In questo modo, il modello utilizza il tempo di viaggio stimato per calcolare il flusso della domanda dai centri abitati verso i siti ricreativi.

Oltre all'analisi precedentemente descritta, proponiamo una funzione moltiplicativa di tipo Cobb-Douglas per mettere in relazione domanda e offerta di attività ricreativa, funzione che assume la seguente forma (Fuleky, 2006):

$$F(S, D) = p \cdot S^x \cdot D^y \quad (\text{eq. 4})$$

dove $p = 1$, $x = y = 1/2$ e S e D sono rispettivamente offerta e domanda di attività ricreativa. È una funzione simmetrica con economie di scala costante (il servizio aumenta con lo stesso cambiamento proporzionale della domanda e dell'offerta) e utilità marginale decrescente. La sovrapposizione spaziale dell'offerta e della domanda è espressa con una funzione debolmente concava che rappresenta l'utilità ricreativa del paesaggio.

¹² <http://forobs.jrc.ec.europa.eu/products/gam/>

Questo output facilita l'identificazione di siti con un'elevata domanda e offerta di attività ricreative, verso cui è più probabile che si verifichino i viaggi giornalieri.

La figura seguente (Figura 10) descrive le aree in cui un valore di indice normalizzato è più vicino a uno (colore rosso). Le aree con scarsità di offerta o di domanda ricevono valori prossimi allo zero (colore blu).

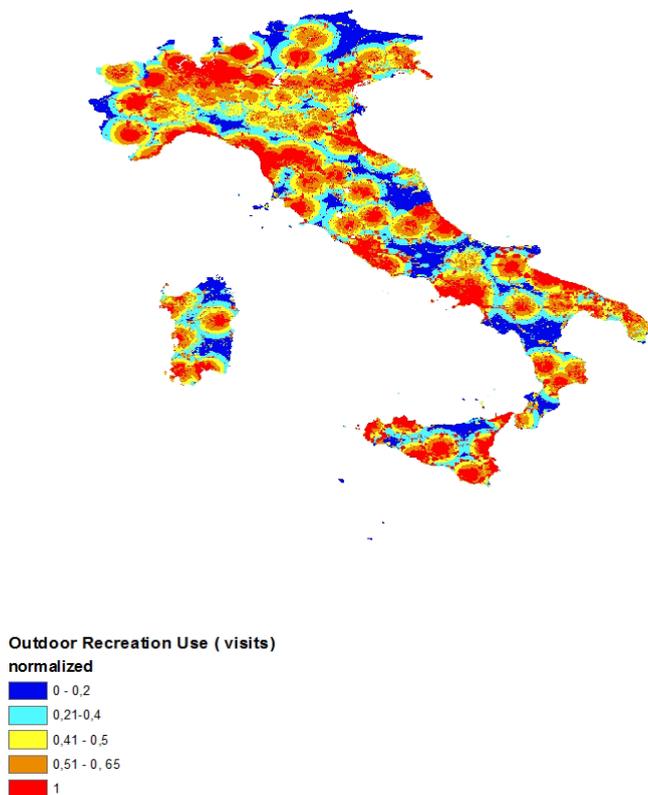


Figura 10 - Mappa dell'Uso del Servizio Ricreativo di Outdoor

Valutazione economica

Poiché una delle controversie nel contesto dei metodi di valutazione per la contabilità del capitale naturale riguarda l'adeguatezza e la rilevanza del valore di scambio rispetto ai concetti di benessere, è utile discutere brevemente la relazione tra il concetto di valore raccomandato dal SEEA-EEA (UN, 2014; UN, 2017) e i metodi di valutazione utilizzati in questo rapporto, al fine di comprendere la relazione tra i valori degli stock e dei flussi relativi al capitale prodotto dal sistema economico con i valori del capitale naturale qui di seguito stimato.

La scelta dell'approccio e dei metodi di valutazione dipende principalmente dall'obiettivo della valutazione del capitale naturale. Quando lo scopo di costruire conti sul capitale naturale è di integrare i valori dell'ecosistema con il Sistema di Conti Nazionali (SNA), allora il metodo del valore di scambio rimane l'unico idoneo ed ammissibile, in alternativa al valore di benessere che è correlato invece ai cambiamenti nell'eccedenza (surplus) del consumatore e ha l'obiettivo di evidenziare il contributo degli ecosistemi al benessere umano in senso più ampio.

Obst et al (2015) sostengono che il valore di scambio rappresenta "il valore al quale beni, servizi e assets sono scambiati indipendentemente dalle condizioni prevalenti del mercato". Nel caso dei servizi ecosistemici, per i quali spesso i mercati non esistono, i valori di scambio rappresentano essenzialmente una transazione ipotizzata tra un bene ecosistemico e un beneficiario economico, e i valori stimati comprendono solo componenti già presenti nei conti nazionali o essere quanto meno compatibili con le loro metriche.

Per effettuare la valutazione dei servizi ricreativi all'aperto abbiamo applicato il cosiddetto metodo del 'costo di viaggio' come proxy del valore monetario che può essere attribuito all'esperienza ricreativa goduta dai visitatori, che è anche la metodologia più comunemente utilizzata in letteratura per tale tipo di servizio. Il metodo del costo del viaggio qui applicato e che computa le spese necessarie a sostenere il tragitto verso un sito d'interesse, è stato notevolmente perfezionato nel

corso degli anni, merito del maggiore utilizzo di questa metodologia e della aumentata capacità dei sistemi di informazione geografica (GIS).

Partendo dal tempo di viaggio del modello di attività ricreativa outdoor e considerando una velocità media di 60 km/h, nell'ambito di un percorso combinato urbano ed extraurbano, con un costo del carburante pari a 1,65 €/L per un'auto alimentata a benzina, e un costo di circa € 0,4/Kw/h per un veicolo elettrico, abbiamo ipotizzato (Tabella 1) che i costi al km associati a un'esperienza ricreativa (noto in letteratura come 'costo del viaggio') siano pari a:

Tabella 1 - Consumo energetico e costi relative a diverse fonti di energia

Consumo energetico di un veicolo elettrico (Kw/h)	Cost (€/km)
0.28	0.11
Consumo benzina per un autoveicolo (L/km)	Cost (€/km)
11.8	0.14

Si può presumere, nel caso di attività ricreative all'aperto, che un viaggio giornaliero includa un valore medio di occupazione di 2 persone per veicolo. La Figura 11 mostra il valore monetizzato dell'uso nel servizio ricreativo outdoor.

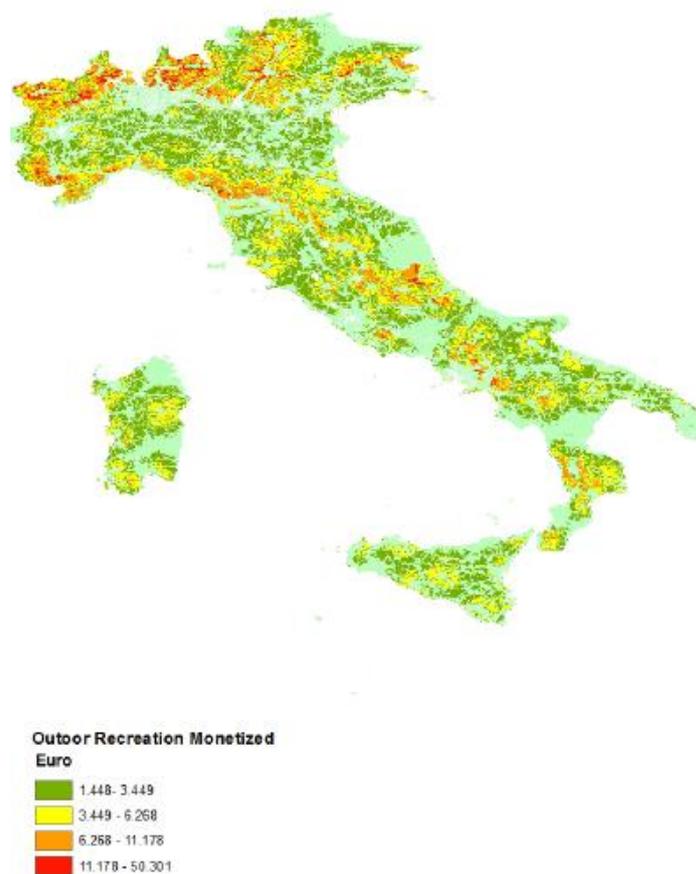


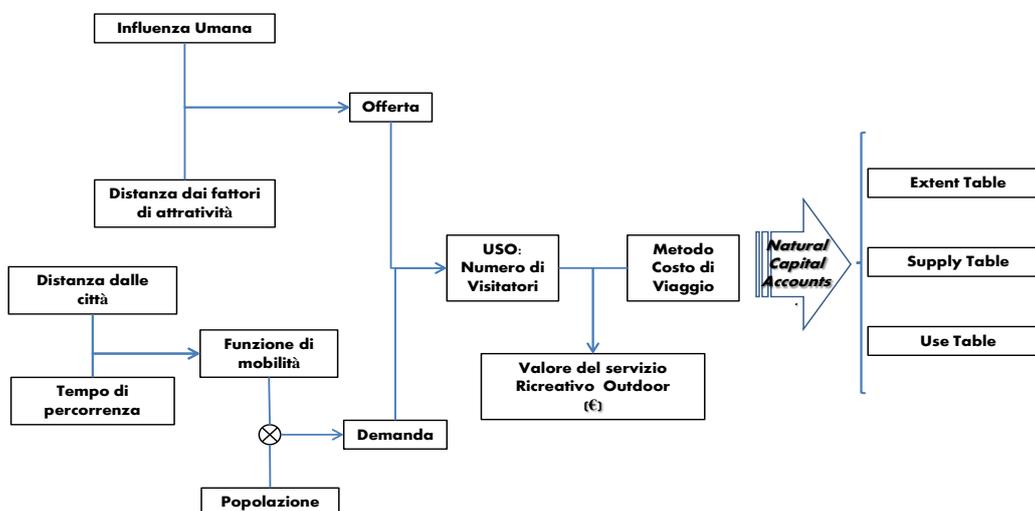
Figura 11 - Mappa dell'Uso Monetizzato del Servizio Ricreativo Outdoor

Al fine di adattare il modello del servizio ricreativo outdoor alle esigenze nazionali, abbiamo fatto diverse semplificazioni che precludono la diretta comparabilità dei risultati a quelli del modello ricreativo ESTIMAP europeo (Paracchini et al., 2014). Essi includono l'uso di stime di naturalità e soglie di prossimità basate sulla copertura del suolo italiane, che possono differire rispettivamente nelle eco-regioni e dall'impostazione socioeconomica.

Potrebbero essere utilizzate parametrizzazioni locali fornite da esperti regionali. Infine, il concetto di attività ricreative all'aperto e la parametrizzazione del modello, che implica il viaggio per veicolo verso siti ricreativi all'aperto, rende il modello esistente più adatto per essere sviluppato in diversi contesti. Tuttavia, le componenti di base del modello (attrattiva, domanda e accessibilità) potrebbero essere adattate per tenere conto dell'accesso non veicolare allo spazio verde nelle città o dell'accesso dei turisti alle aree protette, cosa che potrebbe essere utilizzata per gli spostamenti quotidiani di breve durata.

L'intero flusso logico del modello è descritto nel diagramma qui di seguito:

Diagramma di Flusso del modello di Servizio Ricreativo Outdoor



Tavole dell'Estensione, Offerta ed Uso

Tavola dell'Estensione

L'estensione del servizio attività ricreative outdoor (Tabella 2) è rappresentato dalle aree ricreative per tipologie ecosistemiche in cui il servizio viene fornito a una domanda che lo richiede, e corrisponde spazialmente ai poligoni o alle celle identificate dalla sovrapposizione tra domanda e offerta (UN, 2014).

Tabella 2 - Tavola dell'estensione del servizio di outdoor recreation

Servizio ecosistemico/ Tipo di ecosistema	Outdoor Recreation (ha) (2018)
Aree Verdi urbane	7.875
Colture	14.155.164
Praterie	2.112.489
Cespuglieti	2.307.123
Foreste e boschi	10.629.819
Aree umide	88.029
Fiumi e laghi	248.274
Altri	852.804
Totale Estensione	30.401.577

Tavola dell'Offerta

La tavola dell'offerta ricreativa () descrive quali tipi di ecosistemi forniscono quantità diverse del servizio ecosistemico (UN, 2014). Di conseguenza è possibile capire l'origine del servizio dai vari tipi di ecosistema. La fornitura del servizio ecosistemico, espressa in termini monetari, è data dal valore di uscita dell'equazione 4 del modello associato al costo di viaggio di ciascuna visita (Badura et al. 2017).

Tabella 3 - Tavola dell'offerta del servizio di outdoor recreation

Servizio ecosistemico/ Tipo di ecosistema	Outdoor Recreation (Numero visite- 2018)	Outdoor Recreation Veicolo a benzina (M€- 2018)	Outdoor Recreation Veicolo elettrico (M€- 2018)
Aree Verdi urbane	634.981	0,66	0,52
Colture	882.060.376	2.486	1953,22
Praterie	116.265.336	658	516,98
Cespuglieti	119.104.297	745	585,34
Foreste e boschi	586.452.548	4.091	3214,25
Aree umide	7.015.505	10	7,86
Fiumi e laghi	17.398.793	40	31,43
Altri	36.725.571	325	255,35
Totale Offerta	1.765.657.407	8.357	6.565

Tavola dell'Uso

La tavola dell'uso (Tabella 4) indica quali settori economici (comprese le famiglie) beneficiano del servizio ecosistemico (La Notte et al. 2017). Lo stesso valore di output totale già distribuito tra gli ecosistemi di origine nella tavola dell'offerta, è ora assegnato ai destinatari del servizio attività ricreative, in questo caso le famiglie (UN, 2014).

Tabella 4 - Tavola dell'uso del servizio di outdoor recreation

Servizio ecosistemico/ Settori economici (M€ - 2018)	Settore Primario	Settore Secondario	Settore Terziario	Famiglie	Totale USO
Outdoor Recreation (Veicolo a benzina)				8.357	8.357
Outdoor Recreation (veicolo elettrico)				6.565	6.565

2. Servizio di Impollinazione

Introduzione¹³

Molte specie, tra cui alcune di grande interesse agricolo e alimentare, incluse le principali graminacee (frumento, riso, orzo, mais, ecc.), affidano l'impollinazione al vento e alla pioggia. La maggior parte delle piante, però, sia coltivate sia selvatiche, dipendono, in misura parziale o prevalente, da vettori animali, noti come 'impollinatori'.

Tra questi ultimi figurano un gruppo eterogeneo di animali, dominati da insetti, soprattutto api, ma anche diverse specie di mosche, vespe, farfalle, falene, scarafaggi, tonchi, tripidi, formiche, moscerini, pipistrelli, uccelli, primati, marsupiali, roditori e rettili.

A scala globale, più del 90% dei principali tipi di colture sono visitati dagli Apoidei e circa il 30% dai ditteri (tra cui le mosche), mentre ciascuno degli altri gruppi tassonomici visita meno del 6% delle colture. Alcune specie di api, come l'ape occidentale (*Apis mellifera*) e l'ape orientale del miele (*Apis cerana*), alcuni calabroni, alcune api senza pungiglione e alcune api solitarie sono allevate (domesticate); tuttavia, la stragrande maggioranza delle 20.077 specie apoidee conosciute al mondo sono selvatiche.

Gli impollinatori svolgono in natura un ruolo vitale come servizio di regolazione dell'ecosistema. Si stima che l'87,5% (circa 308.000 specie) delle piante selvatiche in fiore del mondo dipendano, almeno in parte, dall'impollinazione animale per la riproduzione sessuale, e questo varia dal 94% nelle comunità vegetali tropicali al 78% in quelle delle zone temperate (IPBES, 2016). È stato dimostrato che il 70% delle 115 colture agrarie di rilevanza mondiale beneficiano dell'impollinazione animale (Klein et al., 2007), che la produzione di circa l'80% delle 264 specie coltivate in UE dipenda dall'attività degli insetti impollinatori (per la maggior parte *Apis mellifera*) e che l'incremento nel valore monetario annuo mondiale delle produzioni agricole ammonti a 260 miliardi di euro (Lautenbach S., 2012).

Inoltre, gli impollinatori giocano un ruolo centrale nella stabilità e nel funzionamento delle reti alimentari in generale, poiché le piante selvatiche forniscono una vasta gamma di risorse come cibo e riparo per molti altri invertebrati, mammiferi, uccelli e altri taxa.

Klein (Klein et al., 2007) ha contribuito a fornire un elenco di colture e dei loro processi di impollinazione, utile per identificare quale di esse, in una regione di interesse, può beneficiare dell'impollinazione tramite animali selvatici.

I decisori politici e i pianificatori del territorio devono considerare il valore economico degli impollinatori salvaguardando la loro abbondanza e quindi il servizio da essi offerto alle piante che ne hanno bisogno, in termini sia quantitativi che qualitativi. In primo luogo l'utilizzo di queste mappe consente agli esperti di pianificazione territoriale di prevedere le conseguenze delle diverse politiche sul servizio naturale e di conseguenza anche sul reddito degli agricoltori (Priess et al., 2007). In secondo luogo, gli agricoltori possono utilizzare le medesime informazioni per collocare le colture in modo efficiente in coerenza con i requisiti di impollinazione e le previsioni sulla disponibilità degli impollinatori. In terzo luogo, le organizzazioni deputate alla conservazione degli habitat naturali potrebbero utilizzare un tale strumento per ottimizzare gli investimenti conservativi a vantaggio sia della biodiversità che degli agricoltori. Infine, i governi e istituzioni che propongono schemi di pagamento per i servizi ecosistemici potrebbero utilizzare i risultati di queste quantificazioni per l'individuazione dei soggetti e dei pagamenti da effettuare.

Modello biofisico

Una vasta gamma di insetti selvatici possono essere considerati impollinatori rilevanti, ma le api sono il gruppo più importante per la maggior parte delle colture (Free, 1993). Affinché le api possano vivere in un habitat, necessitano di tre elementi: luoghi adatti a nidificare, cibo sufficiente (fornito dai fiori) e disponibilità d'acqua nei pressi dei loro siti di nidificazione. Assicurati questi elementi, gli impollinatori sono in grado di volare tra le varie colture attigue e impollinare mentre raccolgono nettare e polline. Per questo motivo, il modello di impollinazione si concentra sui bisogni di risorse, sui comportamenti di volo delle api selvatiche e infine sul servizio di impollinazione associato ad alcune colture.

Il modello, che usa la tecnologia ARIES, calcola l'offerta (supply) di impollinazione (eq.1) o la capacità dell'ambiente di sostenere gli insetti selvatici impollinatori (vengono considerate solo le specie selvatiche di impollinatori, trascurando la componente fornita dall'apicoltura), in funzione dell'attività di foraggiamento dell'insetto (eq.5) e dell'*habitat suitability* (HS, eq. 2) che dipende a sua volta dall'idoneità alla nidificazione (NS), dalla disponibilità floreale (FA) e della vicinanza all'acqua (fiumi, laghi e corsi d'acqua in genere). Abbiamo assegnato alle categorie di copertura del suolo i valori NS e FA sulla base dell'opinione di esperti (tabella n.1 e n.2 nell'annesso), per altro già utilizzate in autorevoli studi precedenti (Lonsdorf et al., 2009; Zulian et al., 2014).

¹³ Si ringraziano i reviewer ISPRA: Lorenzo Ciccarese, Valerio Silli e Valter Bellucci.

$$Supply = A(\%) \cdot \frac{\text{habitat suitability } HS}{\text{habitat suitability max}} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$HS = (FA + spe + lpe) \cdot (NS + spe + lpe) \quad (\text{Eq.2})$$

Il modello stima e mappa l'habitat suitability (HS), che può essere considerato una proxy dell'abbondanza di impollinatori, assumendo che entrambe le variabili, NS e FA, debbano essere presenti simultaneamente (funzione moltiplicativa) per sostenere la presenza di popolazioni di impollinatori. Ad esse viene sommato il contributo dovuto alla presenza di acqua cioè di fiumi (spe) e di laghi (lpe) (eq.3 e eq.4) per tenere conto della migliore idoneità degli habitat che risiedono in prossimità di tali aree. A questo proposito il modello tiene conto dell'effetto positivo dei corpi idrici sulla probabilità di presenza degli impollinatori, attraverso una funzione inversa della distanza dalle fonti di acqua (fiumi e laghi).

$$\text{Stream proximity effect (spe)} = 0,5 e^{-2d} \quad (\text{Eq.3})$$

$$\text{Lake proximity effect (lpe)} = 0,7 e^{-2d} \quad (\text{Eq.4})$$

Oltre alla presenza di impollinatori, il modello tiene conto che l'attività di foraggiamento degli insetti è fortemente influenzata dalla temperatura atmosferica e dalla radiazione solare, che può in effetti modificare il numero di individui attivi (Corbet et al., 1993). Abbiamo quindi calcolato la proporzione di individui attivi (A) come:

$$A(\%) = -39,3 + 4,01 \cdot T_{Blackglobe} \quad (\text{Eq. 5})$$

dove $T_{Blackglobe}$ rappresenta la temperatura del corpo di un insetto modellizzato come un corpuscolo sferico nero la cui funzione dipende dalla temperatura ambiente media annuale (T in °C) e dall'irradiazione solare media annuale (R in $W \cdot m^{-2}$):

$$T_{Blackglobe} = -0,62 + 1,027 \cdot T + 0,006 \cdot R \quad (\text{Eq. 6})$$

In eq.1 abbiamo quindi moltiplicato l'habitat suitability (HS), una volta normalizzata con il suo valore massimo, per la proporzione di individui attivi in modo da spiegare le differenze spaziali nei livelli di attività degli insetti.

La presenza relativa di impollinatori (Figura 12) è stimata sulla base l'habitat suitability e dell'attività potenziale annuale media degli insetti nella regione Sicilia.

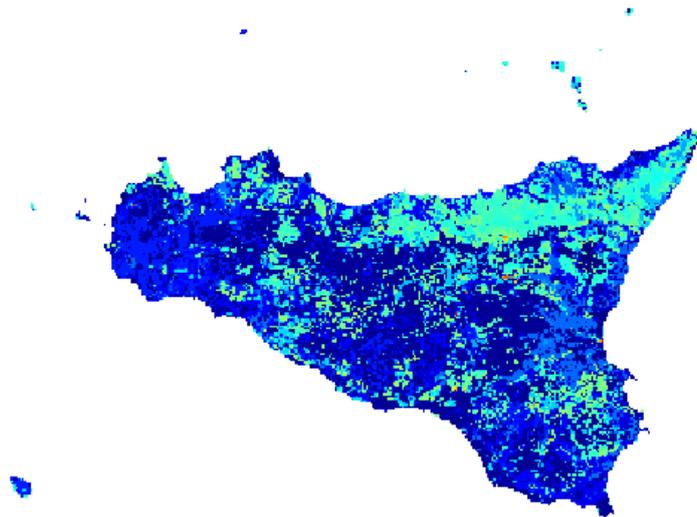


Figura 12 - Presenza relative di impollinatori (Offera) per la regione Sicilia

Successivamente, il modello stima la domanda di impollinazione in ogni cella della griglia come il prodotto di ciascun tasso di dipendenza della coltura dall'impollinazione (cdp_i) (nell'annesso II; Klein et al., 2007) per la relativa produzione di 30 tipi di colture¹⁴ nazionali (CP_i) diverse che richiedono impollinazione da insetti per realizzare rese ottimali (Monfreda et al., 2008). Il modello normalizza la produzione agricola dipendente dall'impollinazione in base ai valori rilevati nel contesto spaziale selezionato.

Tutte le analisi di impollinazione vengono eseguite a 1 km, che è assimilabile alla distanza di volo della maggior parte degli impollinatori di insetti (Gathmann e Tschardtke 2002, Danner et al., 2016). Per semplificare il calcolo, si ipotizza che il flusso del servizio di impollinazione sia limitato alla cella di griglia in cui risiede l'impollinatore (cioè, nessuna fornitura viene ricevuta dalle celle adiacenti).

$$Demand = \frac{cdp_i}{cdp_{max}} \cdot CP_i \quad (\text{eq. 7})$$

Il modello combina la domanda e l'offerta per produrre i valori dell'USE dell'impollinazione su scala di griglia:

$$Use = Supply \cdot Demand \quad (\text{eq. 8})$$

Il valore dello stato dell'impollinazione varia da 0 a 1 contrassegnato in colori diversi (Figura 13). Questi valori rappresentano le aree della domanda soddisfatta (met demand) in cui il servizio è presente con intensità diversa. Il valore 0 rappresenta la domanda non soddisfatta (un-met demand).

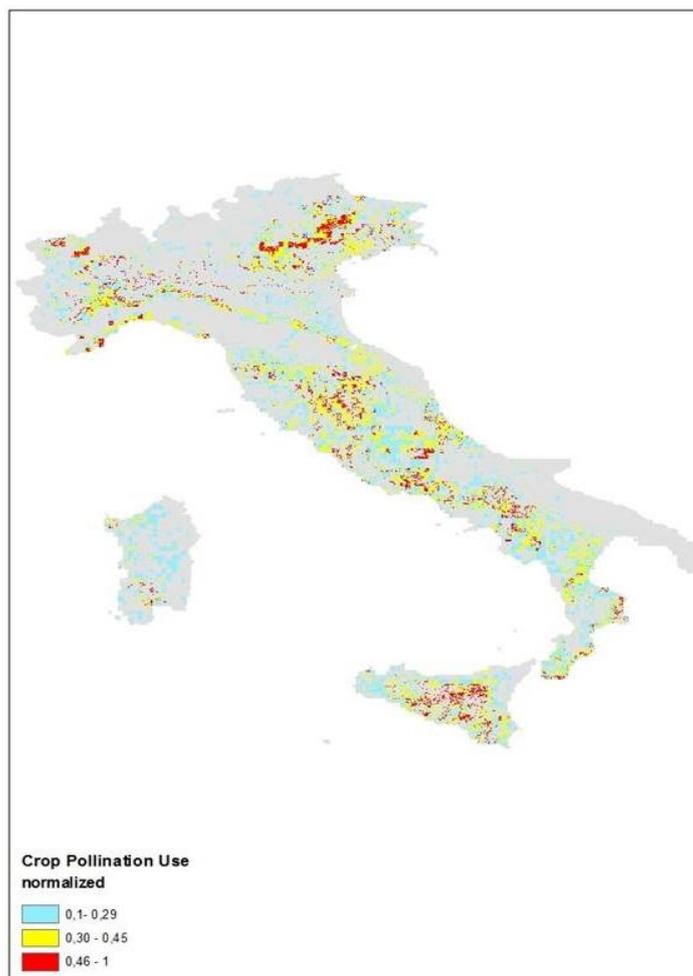


Figura 13 - Valori dell'Uso normalizzato del servizio di impollinazione

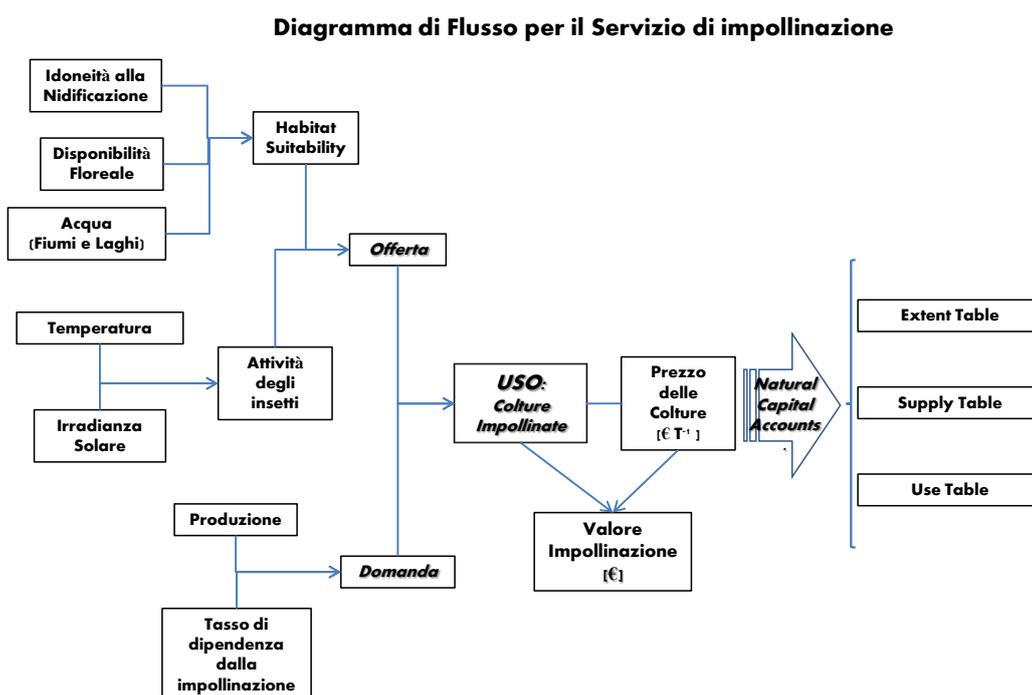
¹⁴ Mandorla, mela, albicocca, ciliegia, fichi, agrumi, kiwi, limone lime, melone, arancia, pesca, pera, cachi, prugna, lampone, fragola, mandarino, anguria, fagiolo, fagiolo, peperoncino, melanzana, lino, leguminose, zucca, colza, soia, girasole, pomodoro, rapa. Si precisa che le colture non considerate sono da intendersi con un livello di dipendenza dall'impollinazione uguale a zero.

Valutazione economica

Tale valutazione è stata condotta applicando un metodo basato su riferimenti di mercato ('market-based') che utilizza il prezzo delle colture per attribuire il valore monetario riferito al servizio di impollinazione delle colture. Applicando un approccio 'market-based', è possibile garantire l'allineamento con il sistema contabile nazionale, in quanto il servizio di impollinazione contribuisce al valore della produzione agricola già inclusa nei conti nazionali (UN, 2014; UN, 2017).

L'aumento della produzione agricola può essere misurato come quota della produzione agricola attribuibile al flusso di impollinazione, che viene calcolato moltiplicando il risultato dell'equazione USE (eq.8) e il prezzo di mercato¹⁵ per ciascuna delle 30 diverse colture (La Notte et al., 2017). Questa componente della produzione non esisterebbe senza il servizio ecosistemico, e quindi rappresenta nel suo insieme il valore aggiuntivo derivante dalla presenza di impollinatori.

L'intero processo della valutazione è descritto nel diagramma di flusso qui sotto:



Tavole dell'Estensione, Offerta ed Uso

Le pratiche di gestione non sostenibili, il cambiamento di uso del suolo o gli effetti dei cambiamenti climatici sono pressioni antropogeniche che influenzano la fornitura dei Servizi Ecosistemici (SE). È in questi termini che la contabilità dei SE può essere utilizzata come strumento per valutare l'utilizzo sostenibile o non sostenibile degli ecosistemi da parte del sistema socio-economico.

Pertanto, la valutazione biofisica è tradotta in unità monetarie attraverso metodi di valutazione coerenti con il sistema nazionale di contabilità. La metodologia per definire il valore monetario del flusso SE stimato a livello fisico varia a seconda del servizio e delle sue caratteristiche fisiche e di fruizione.

Tutto questo approccio confluisce nella costruzione della contabilità del SEEA-EEA e propone alcune tavole sia in termini biofisici che monetari (UN, 2014; UN, 2017).

Tavola dell'Estensione

L'estensione del servizio ecosistemico di impollinazione delle colture è rappresentata dalle aree agricole in cui è presente il servizio, cioè dove si incontrano spazialmente domanda e offerta di servizio (Tabella 5).

Il modello di impollinazione produce informazioni spazialmente esplicite sulla distribuzione dei servizi di impollinazione degli insetti basati su terreni coltivati. Secondo i cambiamenti previsti nei modelli climatici, alcune specie di impollinatori

¹⁵ <http://arearica.crea.gov.it>

selvatici si sposteranno verso latitudini sempre più settentrionali e la stragrande maggioranza dei bombi soffrirà molto della riduzione degli areali (Potts et al., 2015). La copertura del suolo è il driver più importante, ma la sua importanza relativa differisce tra i gruppi tassonomici, in base alle loro specifiche esigenze.

Tabella 5 - Tavola dell'estensione per servizio impollinazione

Servizio Ecosistemico/ Tipo di Ecosistema (ha) (2018)	Aree Verdi Urbane	Culture	Prati	Arbusteti	Foreste	Aree scarsamente vegetate	Aree umide	Laghi e Fiumi	Coste	Totale Estensione
Servizio di impollinazione		1.448.454								1.448.454

Tavola dell'Offerta

La tavola dell'offerta mostra da quale tipo di "ecosistema culturale" viene prodotto il servizio di impollinazione (Tabella 6 e Figura 14).

La valutazione biofisica è fondamentale per stimare il contributo apportato dagli impollinatori che consiste nella "quantità" di servizio offerto dall'ecosistema. In questo modo, siamo in grado non solo di attribuire ciò che viene fornito dall'ecosistema, ma anche quanto dell'attuale produzione è attribuibile al servizio ecosistemico (eq. 8).

Per quanto riguarda la valutazione monetaria e la sua contabilità, è chiaro che il servizio di impollinazione condivide una caratteristica particolare con i servizi di fornitura: contribuisce ad un bene (il valore della produzione agricola) già presente nel sistema di contabilità economica nazionale (SNA). Pertanto, il valore monetario del servizio nella tavola della supply e dello use viene calcolato associando il prezzo¹⁶ di mercato di ciascuna delle 30 colture analizzate alla quota del volume di produzione attribuita al servizio di impollinazione (eq. 7) (La Notte et al., 2017).

Tabella 6 - Tavola della “Met Demand”

		<i>Met Demand [t]</i>	<i>Met Demand [M€]</i>
Colture	Mandorla	29.928	45
	Mela	925.706	333
	Albicocca	91.504	63
	Ciliegia	136.291	144
	Fichi	116.795	27
	Agrumi	40.323	69
	Kiwi	843.472	531
	Limone e Lime	169.162	78
	Melone	218.823	94
	Arancia	11.356	11
	Pesca	2.864	2
	Pera	163.827	95
	Kaki	21.719	2
	Prugna	2.058.637	844
	Lampone	167.300	85
	Fragola	7.912.002	2.294
	Mandarino	548.180	280
	Anguria	265.336	157
	Fagiolo	228.573	94
	Fava	85.570	44
	Peperoncino	111.701	61
	Melanzana	28.869	9
	Lino	876	5
	Leguminose	961.625	346
	Zucca	32.387	90
	Colza	253.580	76
Soya	3.692.448	1.219	
Girasole	27.786.774	11.393	
Pomodoro	885.677	37	
Rapa	136.328	30	
Aree verdi urbane			
Praterie			
Arbusteti			
Foreste e boschi			
Aree umide			
Fiumi e laghi			
Totale			18.560

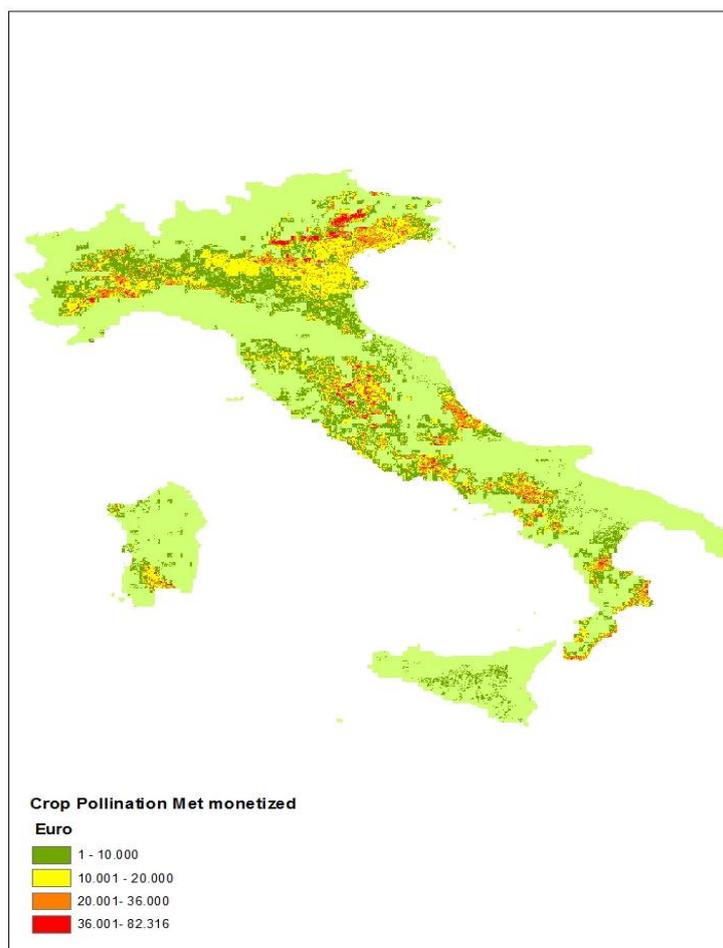


Figura 14 - Met-Demand monetizzata del servizio di impollinazione

Tabella 7 - Tavola dell'Offerta del servizio di impollinazione

Servizio Ecosistemico/ Tipo di Ecosistema	Impollinazione (M€ - 2018)
Aree Verdi urbane	
Colture	1.939
Praterie	
Cespuglieti	
Foreste e boschi	
Aree umide	
Fiumi e laghi	
Totale	1.939

Tavola dell'Uso

La tavola dell'uso indica quali settori economici beneficiano dei servizi ecosistemici, seguendo le classificazioni utilizzate nei conti nazionali (Tabella 8). Lo stesso valore totale della produzione attribuibile al servizio di impollinazione delle colture (una quota della produzione totale di SNA) già distribuito tra gli ecosistemi di origine nella tavola della Supply, è ora assegnato ai destinatari del servizio di impollinazione delle colture, in questo caso il settore agricoltura ovvero il settore primario come nella carta di Figura 15.

Tabella 8 - Tavola dell'uso

		<i>USO [t]</i> <i>(2018)</i>	<i>USO [M€]</i> <i>(2018)</i>
Agricoltura - Primo Settore	Mandorla	19.453	29
	Mela	601.709	217
	Albicocca	59.478	41
	Ciliegia	34.073	36
	Fichi	29.199	7
	Agrumi	26.210	45
	Kiwi	42.174	27
	Limone e Lime	8.458	4
	Melone	54.706	24
	Arancia	2.839	3
	Pesca	143	0
	Pera	147.444	86
	Cachi	5.430	1
	Prugna	102.932	42
	Lampone	150.570	77
	Fragola	395.600	115
	Mandarino	356.317	182
	Anguria	172.469	102
	Fagiolo secco	11.429	5
	Fava	55.621	28
	Peperoncino	100.531	55
	Melanzana	7.217	2
	Lino	569	3
	Legumi	240.406	87
	Zucchina	8.097	23
	Colza	63.395	19
Soia	184.622	61	
Girasole	1.389.339	570	
Pomodoro	575.690	24	
Rapa	122.695	27	
Foreste			
Pesca			
Secondo Settore			
Terzo Settore			
Famiglie			
Export (Resto del Mondo)			
Totale			1.939

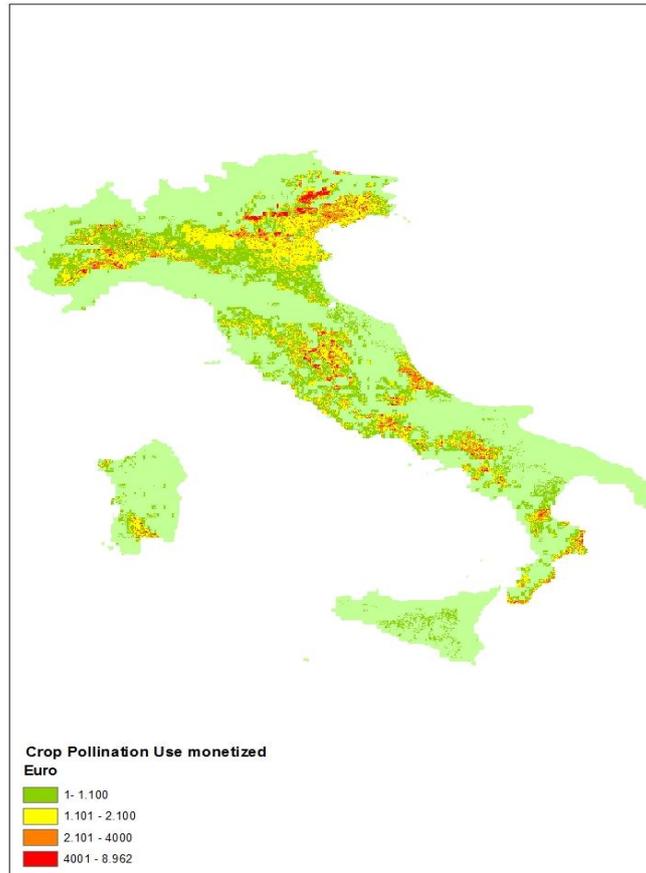


Figura 15 - Valore dell'uso monetizzato del servizio di impollinazione

3. Servizio di Regolazione del Rischio di Alluvioni

Il servizio di regolazione del rischio di alluvioni è un servizio ecosistemico che stima la capacità della vegetazione e del suolo di trattenere il deflusso in eccesso dalle precipitazioni. La riduzione della velocità e dei volumi di scorrimento dell'acqua in virtù della presenza di caratteristiche dell'ecosistema, attenua o previene i danni all'ambiente umano. Il servizio dovrebbe essere presente laddove esiste idealmente un rischio medio-basso di inondazioni in cui le aree sono in grado di mitigare naturalmente questo rischio attraverso la ritenzione idrica.

Modello biofisico

Il servizio di regolazione del rischio di alluvioni è modellato per quantificare i valori per l'offerta (S) e la domanda (D) di questo servizio ecosistemico.

L'offerta del servizio (FRS) (Figura 16) si basa su un indice di probabilità del rischio denominato Flood Hazard Probability Index (FHP), che tiene conto dei parametri fisici e bioclimatici che caratterizzano l'ecosistema in grado di controllare una potenziale alluvione. Tale indice viene modificato da una variabile che rappresenta la ritenzione idrica (Curve Number¹⁷) da parte del suolo e della vegetazione utile a controllare gli effetti di precipitazioni in eccesso:

$$FRS = FHP - \frac{CN}{100} FHP = FHP \left(1 - \frac{CN}{100}\right) \quad (\text{eq. 1})$$

¹⁷ A valori bassi di CN corrispondono suoli con capacità e conduttività dell'acqua molto elevate, al valore 100 corrisponde deflusso totale.

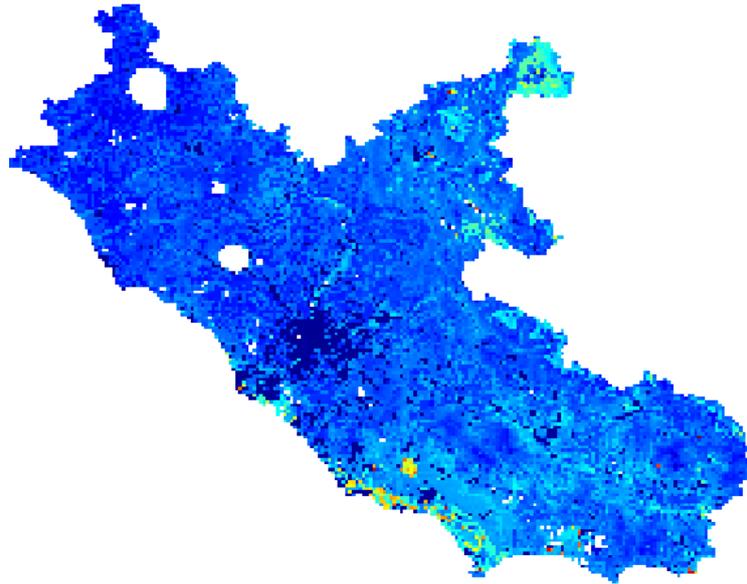


Figura 16 - Offerta del servizio di regolazione del rischio di alluvioni: un esempio per la regione Lazio

La stima dell'indice FHP (Figura 17) combina le precipitazioni con il flusso di accumulo d'acqua scendendo lungo il pendio (DEM¹⁸), e la temperatura del trimestre più piovoso dell'anno. Segue l'equazione dell'indice FHP:

$$FHP = \frac{1}{3} \left[\frac{P_A - P_{A \min.}}{P_{A \max.} - P_{A \min.}} + \frac{TWI - TWI_{\min.}}{TWI_{\max.} - TWI_{\min.}} + \frac{TWQ}{TWQ_{\max.}} \right] \quad (\text{eq. 2})$$

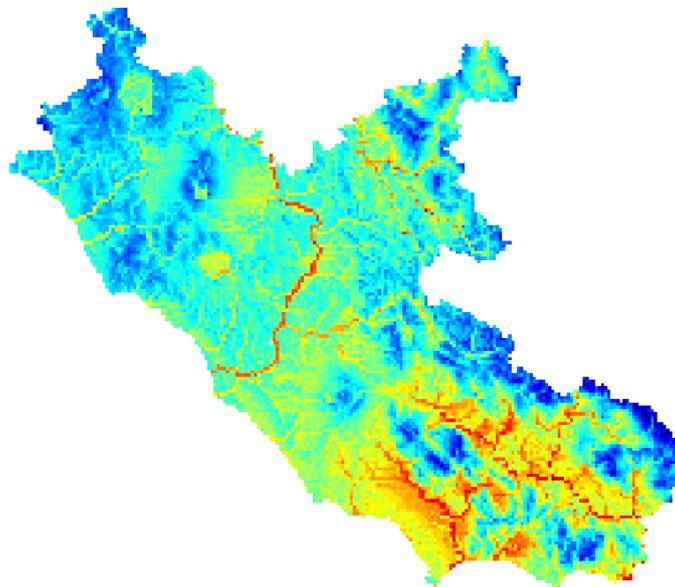


Figura 17 - Potenziale probabilità di Alluvione (FHP) un esempio per la regione Lazio

dove:

P_A è la precipitazione totale annua

¹⁸ Digital Elevation Model.

TWI è l'indice di umidità topografico (Kirkby and Beven, 1979; Manfreda et al., 2011) espresso come:

$$TWI = \ln \frac{a}{\tan B} \quad (\text{eq. 3})$$

Il parametro a rappresenta l'area di contribuzione a monte della cella e B è un'angolo di pendenza.

Il valore di a per ogni cella nel raster di output corrisponde al valore di accumulo del flusso per il DEM corrispondente: valori più alti rappresentano depressioni, valori più bassi rappresentano creste e crinali.

T_{WQ} è la temperatura media del trimestre più piovoso (Hijmans et al., 2005). La temperatura è inclusa nell'equazione per tenere conto del ruolo della relazione Clausius-Clapeyron (Trenberth et al., 2003), che prevede una maggiore intensità delle precipitazioni a temperature più elevate. Basandosi su (Utsumi et al., 2011), il modello utilizza la temperatura atmosferica media del trimestre più piovoso per prevedere un aumento della relazione di intensità della temperatura-pioggia nelle regioni polari (alte latitudini), una relazione decrescente nelle regioni equatoriali (tropici) e un andamento con livelli di picco nelle regioni temperate (latitudini intermedie). Diversi studi basati su modelli numerici confermano che il tasso di aumento delle precipitazioni estreme giornaliere è associato al riscaldamento atmosferico (Allen e Ingram, 2002, Pall et al., 2007; Kharin et al., 2007).

Il modello calcola il totale dell'offerta (Flood Regulation Supply, FRS) usando il metodo del Curve Number (CN), che stima la capacità della vegetazione e dei suoli di trattenere il deflusso in eccesso dalle precipitazioni. Il CN è una funzione della copertura del suolo, dei gruppi idrologici del suolo e delle pendenze in alcuni contesti (Zeng et al., 2017; Soil Conservation Service, 1985). Il modello riduce quindi la probabilità di rischio di alluvione in base al CN (eq.1).

La domanda di servizio è definita come Flood Regulation Demand (FRD) ed è rappresentata dalla popolazione o dalle attività collocate nell'area interessata dal servizio. Questo fornisce una valutazione dell'esposizione della popolazione e delle proprietà a potenziali rischi di alluvione, nel caso il servizio venisse meno.

$$FRD = \text{Popolazione} \ \& \ \text{Assets} \quad (\text{eq. 5})$$

Infine, il modello stima il servizio ecosistemico complessivamente (uso) attraverso una funzione moltiplicativa tra offerta e domanda (Figura 18 per la popolazione,

Figura 19 per gli assets residenziali, Figura 20 per gli assets commerciali/industriali).

$$Use = FRS \cdot FRD \quad (\text{eq. 6})$$

Questo modello costituisce quindi una semplificazione di quelli già pubblicati su scala globale o continentale (Stürck et al., 2014; Ward et al., 2015), ma è facilmente replicabile anche in contesti con pochi dati a disposizione.

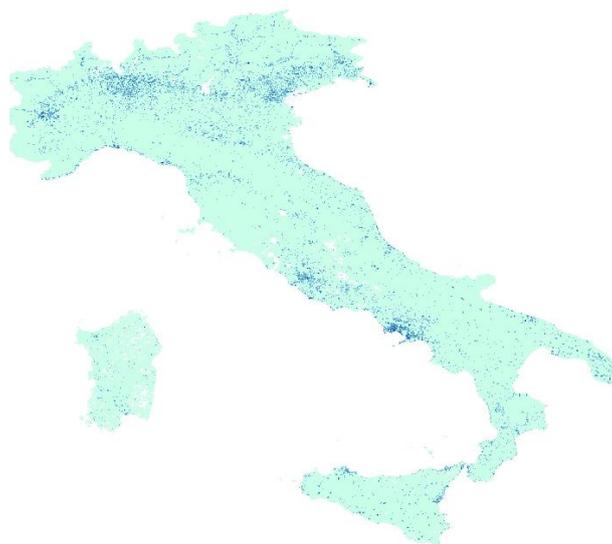


Figura 18 - Distribuzione della popolazione interessate dal servizio di regolazione delle alluvioni



Figura 19 - Distribuzione delle zone residenziali interessate dal servizio di regolazione delle alluvioni



Figura 20 - Distribuzione delle zone commerciali interessate dal servizio di regolazione delle alluvioni

Come risulta evidente dalle figure 18, 19 e 20 la popolazione che maggiormente usufruisce del servizio di regolazione del rischio alluvioni è la quella della provincia di Torino in Piemonte, Milano, Como, Varese, Lecco in Lombardia, Padova, Vicenza Treviso in Veneto, Udine e Pordenone in Friuli, la provincia di Roma nel Lazio, di Napoli in Campania e di Catania e Messina in Sicilia.

Valutazione economica

Tale valutazione è stata condotta attraverso una applicazione innovativa del metodo “cost-based”, ovvero basato sulla stima del "costo/danno evitato", metodologia che rimane fondamentale per garantire l'allineamento con il sistema contabile nazionale.

L'approccio proposto per una stima economica quantitativa del servizio di controllo e regolazione delle alluvioni, è quello di valutare il danno atteso per alcune categorie di beni (a partire da edifici residenziali e commerciali), interessate da una potenziale inondazione nelle aree identificate dall'equazione 6, se il servizio ecosistemico - attualmente presente - dovesse essere rimosso o non esistere più.

Il livello di approssimazione con cui vengono quantificati la vulnerabilità e l'esposizione di tali beni rimane estremamente variabile a seconda dell'elemento considerato. A seconda del tipo di edificio e dello stato di manutenzione, il danno alla struttura causato da un evento di alluvione in teoria può variare da parziale a completa distruzione. La valutazione del danno atteso è ancora più problematica in aree urbane complesse che vedono la presenza di un patrimonio artistico e culturale.

L'intensità dell'alluvione viene solitamente fornita da un indicatore del livello di altezza raggiunto dall'acqua sopra al livello stradale, che si assume non sia superiore ai 3 metri di altezza del piano terra. Il danno potenziale viene calcolato incrociando le aree potenzialmente alluvionate con la presenza di edifici su tutto il territorio nazionale (CLC 2012) e considerando il corrispondente valore di recupero degli edifici interessati.

Questa metodologia per la valutazione economica, applicata su base sperimentale, prende in considerazione solo i potenziali danni alle strutture residenziali e commerciali/industriali, lasciando all'analisi futura la stima del danno alle infrastrutture (costo di ripristino o costo di interruzione nel servizio di rete delle infrastrutture) e alle aziende (interruzione dell'attività produttiva):

$$V = \sum_{x_i=1}^n S_{x_i} \cdot (Q(R)_i - Q(NR)_i) \quad (\text{eq. 7})$$

dove la somma di S_{x_i} rappresenta la superficie dell'edificio interessata dalla potenziale alluvione identificata dall'eq. 6, $Q(R)_i$ è il valore immobiliare di un'unità ristrutturata¹⁹, espressa in €/m² nell'area i , $Q(NR)_i$ è il valore

¹⁹ Osservatorio immobiliare (Agenzia dell'Entrate)

immobiliare di un'unità non ristrutturata nella stessa area²⁰, espressa in €/m². Supponendo che, a seguito di un evento di alluvione, la proprietà abbia bisogno di una manutenzione completa, la differenza tra il valore di mercato di un appartamento da ristrutturare e uno in perfette condizioni, può essere considerata come una proxy del costo di ripristino per le strutture danneggiate (

Figura 21 per gli assets residenziali e Figura 22 per gli assets commerciali/industriali).

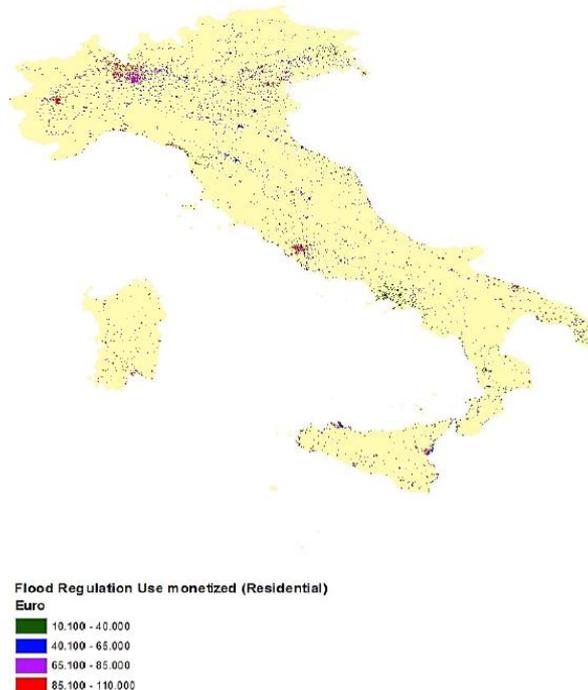


Figura 21 - Valore monetario dell'uso del servizio di regolazione delle alluvioni (aree residenziali)

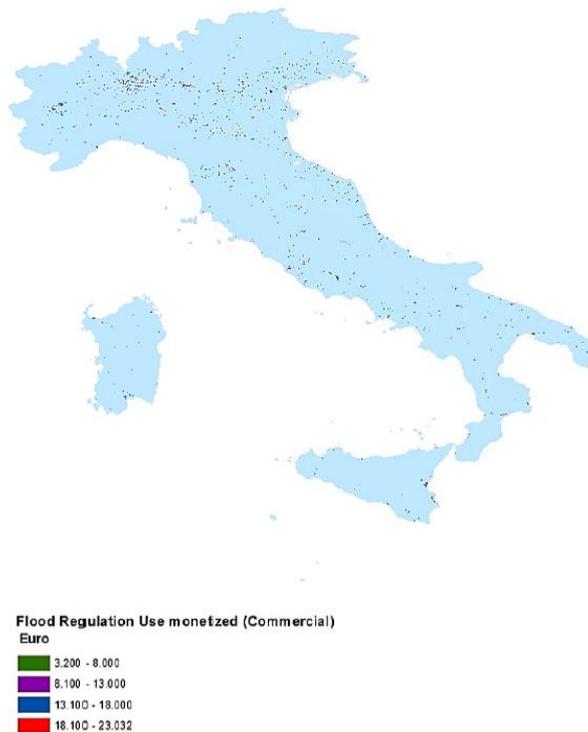
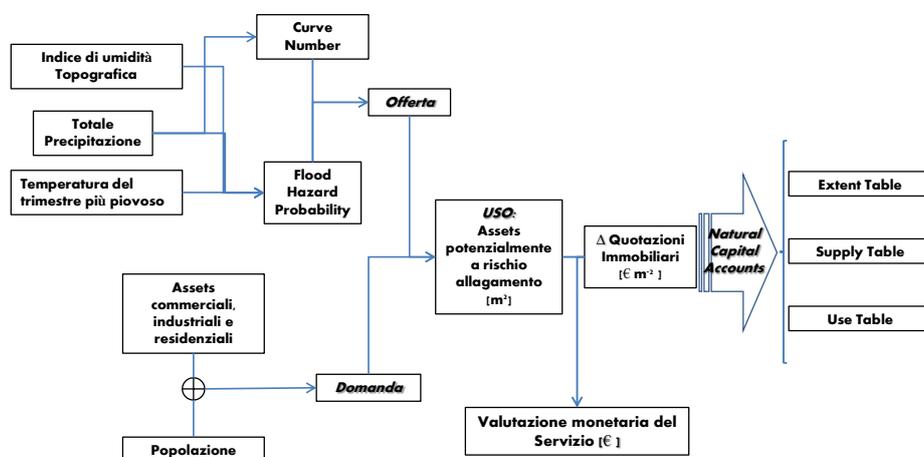


Figura 22 - Valore monetario dell'uso del servizio di regolazione delle alluvioni (aree commerciali/industriali)

²⁰ Osservatorio immobiliare (Agenzia dell'Entrate)

Diagramma di Flusso del Servizio di controllo e regolazione del regime idrico



Tavole dell'Estensione, Offerta ed Uso

Tavola dell'Estensione

L'estensione del servizio ecosistemico di regolazione e controllo delle alluvioni è rappresentata dalle aree in cui è presente il servizio (UN, 2014; UN, 2017), cioè dove le celle di offerta (eq.1) e domanda (eq.5) si sovrappongono spazialmente (eq.6) come mostrato in Tabella 9.

Tabella 9 - Tavola dell'estensione del Servizio di regolazione delle alluvioni

Servizio ecosistemico/tipo di Ecosistema	Urbano (2018)		
	Popolazione (numero di abitanti)	Aree residenziali (m ²)	Aree Industriali/commerciali (m ²)
Servizio di regolazione delle alluvioni	3.596.805	124.031.033	31.457.272

Tavola dell'Offerta

La tavola dell'offerta (Tabella 10) riporta in questo specifico servizio ecosistemico, non tanto da quale tipo di ecosistema viene prodotto il servizio, come è stato per i precedenti, quanto l'ecosistema sul quale il servizio ha impatto. I valori biofisici derivano dai risultati dell'equazione USE (eq. 6) e rappresentano la popolazione e/o la superficie degli edifici commerciali/industriali e residenziali interessati dal servizio. I valori monetari nella tavola sono computati dall'equazione 7.

Tabella 10 - Tavola dell'offerta del servizio di regolazione delle alluvioni

Servizio ecosistemico/tipo di Ecosistema	Urbano (2018)	
	Aree residenziali (M€)	Aree industriali/commerciali (M€)
Servizio di regolazione delle alluvioni	39.070	7.770

Tavola dell'Uso

La tavola dell'uso (Tabella 11) indica quali settori economici beneficiano dei servizi ecosistemici. Lo stesso valore totale attribuito al servizio di controllo delle inondazioni già distribuito tra gli ecosistemi di origine nella tavola dell'offerta (eq.7), è ora assegnato ai destinatari del servizio, in questo caso famiglie oppure settore terziario e settore secondario.

Tabella 11 - Tavola dell'uso del servizio di regolazione delle alluvioni

Servizio Ecosistemico/ Settori economici (M€) 2018	Settore Primario (M€)	Settore Secondario e Terziario (M€)	Famiglie Residenziale (M€)	Totale Uso (M€)
Servizio di regolazione delle alluvioni		7.770	39.070	46.840

4. Servizio di Fornitura Risorsa Idrica

Introduzione

La fornitura della risorsa idrica è un servizio ecosistemico definito dall'insieme dei corpi idrici naturali, di superficie e sotterranei che forniscono acqua potabile e non potabile.

Il dettato normativo nazionale conferisce ad ISPRA la competenza della definizione del bilancio idrico-idrologico nazionale attraverso i seguenti decreti:

- ✓ DLgs 112/98 Art. 88 Compiti di rilievo nazionale
- ✓ DLgs 152/2006 Art. 60. Competenze dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale - ISPRA

Il bilancio idrologico GIS Based (BIGBANG) su scala nazionale sulla rete regolare, sviluppato da ISPRA (Braca, 2018), fornisce la stima delle componenti idrologiche totali come la precipitazione totale, l'evapotraspirazione reale, la ricarica delle falde acquifere o l'infiltrazione e il deflusso superficiale, con una griglia di risoluzione di 1 km, che copre l'intero territorio nazionale.

Modello biofisico

Il modello BIGBANG si basa sull'approccio Thornthwaite e Mather (Thornthwaite, CW e Mather, JR 1955) simula su ciascun elemento della griglia le componenti idrologiche utilizzando i dati di precipitazione e temperatura insieme ai dati sull'uso del suolo e le informazioni sulle caratteristiche idrauliche e geologiche della terra.

L'equazione generale su cui si basa il BIGBANG è la seguente:

$$P - E = R + G + \Delta V \quad \text{con } \Delta V = 0 \quad (\text{eq.1})$$

dove P è la precipitazione totale, E è l'evapotraspirazione reale, R è il deflusso superficiale, G è la ricarica nelle acque sotterranee e ΔV è la variazione del contenuto d'acqua nel suolo, il cui contributo (cumulato e bilanciato) è considerato pari a zero su base annua (fig. 4.1).

Equazione del bilancio idrologico

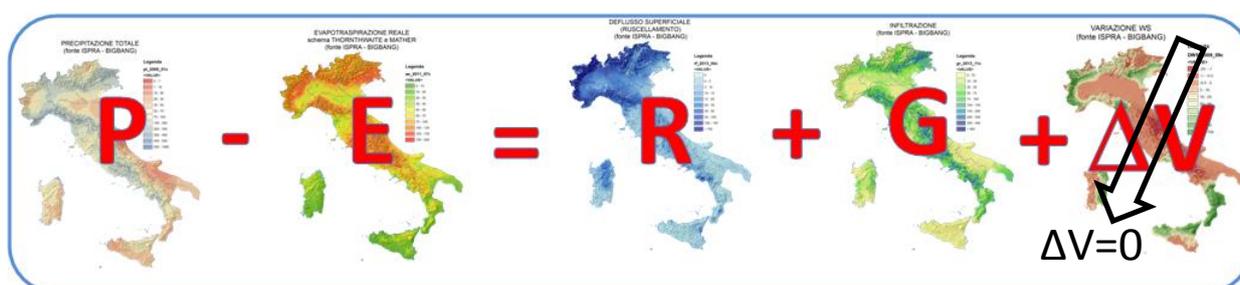


Figura 23 - Equazione del bilancio idrologico

Il bilancio idrologico è valutato su una griglia regolare di lato 1 km per ciascun mese e i calcoli sono effettuati separatamente per ciascuna delle oltre 300,000 celle della griglia (Figura 24). Aggregando nello spazio e nel tempo, si può ottenere il bilancio per un qualunque territorio di riferimento e per un qualunque intervallo temporale plurimensile (stagionale, annuale, LTAA)²¹.

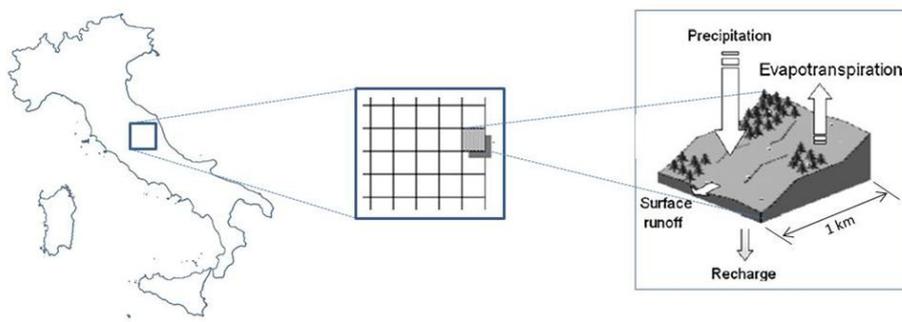


Figura 24 - Schema del processo di calcolo

L'equazione sopra riportata è applicata per ciascun mese e su ciascuna cella schematizzata come un serbatoio di 1 km di lato per 1 m di profondità, la cui la capacità massima è data dall'accumulo del contenuto idrico disponibile (*Available Water Storage* AWS o *Available Water Content* AWC) diverso a seconda del tipo di suolo. La versione attuale del modello utilizza come valori di AWS (in mm) i dati prodotti dal progetto LUCAS_TOPSOIL del Joint Research Center (Toth et al. 2013).

A partire dalla valutazione della quantità di acqua che eccede la capacità di immagazzinamento del suolo, è possibile valutare il deflusso superficiale R e ricarica della falda G in base al coefficiente di infiltrazione potenziale (CIP, Celico 1988).

Le principali fonti di dati di input utilizzati dal modello sono riportate in Tabella 12:

Tabella 12 - Principali fonte di dati

Dati	Fonte ISPRA
Carta precipitazione delle stazioni pluviometriche	Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e Rete dei Centri Funzionali
Carta temperatura media mensile	formato grid da SCIA-ISPRA (Fioravanti et al., 2010)
Carta dell' Available Water Content	LUCAS_TOPSOIL (Toth et al. 2013)
Carta dei complessi idrogeologici (ISPRA) a cui è associato il coefficiente di infiltrazione potenziale	(Celico, 1988)
Carta del grado di impermeabilizzazione dei suoli	Soil sealing rate (Munafò et altri, 2013)

Il bilancio idrologico è influenzato in maniera determinante dal valore dell'afflusso meteorico e dalla valutazione dell'evapotraspirazione. I dati sono interpolati usando tecniche geostatistiche, quindi una particolare cura deve essere data alla procedura di interpolazione spaziale dei dati di pioggia mensili nel primo caso e alla temperatura nel secondo caso.

Come detto lo schema di bilancio lavora ad una risoluzione di 1 km che risulta generalmente poco adeguata a valutazioni locali. Inoltre il modello sconta un'importante criticità; tutta la ricarica e il deflusso non dipendono dal suolo ma dai valori del CIP (Coefficiente di infiltrazione potenziale parametrizzato su base idrogeologica - Celico P., 1988). Si tratta di soli 15 valori che coprono tutta la diversità del territorio italiano. Inoltre, non è modellato l'immagazzinamento di acqua nei laghi e corpi idrici artificiali né gli scambi orizzontali tra le celle (Braca, 2018).

In ogni caso, grazie alla capacità del modello di integrare dati sulla copertura e uso del suolo, è possibile effettuare una stima della variazione del valore delle grandezze del bilancio in funzione del consumo di suolo realizzato nei diversi periodi.

L'aumento del deflusso superficiale viene considerato in questo caso come *proxy* del volume di acqua da gestire (allontanare/trattare) in più.

I conti delle risorse idriche degli ecosistemi sono stati realizzati seguendo le tavole contabili del SEEA-EEA laddove possibile, a causa della notevole mancanza di dati spaziali sui prelievi di acqua (soprattutto quelli diretti), sullo stoccaggio nei bacini artificiali e sulle perdite di rete.

²¹ LTAA rappresenta il Long Term Annual Average, ovvero, secondo le definizioni di Eurostat, un periodo minimo di 20 anni consecutivi.

Valutazione economica

Per effettuare questa valutazione, è stato applicato un metodo ‘market-based’ basato su quella che in letteratura è conosciuta come "Resource Rent" (rendita della risorsa) e che aiuta a stimare il valore monetario da attribuire al servizio di erogazione dell'acqua. Anche in questa circostanza, un approccio basato sul mercato è essenziale per garantire l'allineamento con il sistema contabile nazionale. La "Resource Rent" corrisponde alla differenza tra il prezzo del servizio e i relativi costi unitari del lavoro sommati ai beni prodotti e agli input intermedi. Il metodo è considerato in letteratura uno dei più adatti alla stima dei cosiddetti servizi ecosistemici di *provisioning* (Badura T., Ferrini S., Agarwala M., Turner K. 2017). Tuttavia, parte del valore può essere probabilmente distorto dalle strutture prevalenti del mercato (ad esempio, sussidi potrebbero oscurare il "vero" valore di scambio).

Ora, sebbene i risultati del referendum in Italia (giugno 2011) abbiano stabilito di modificare la metodologia per la definizione della tariffa eliminando la componente "rendimento del capitale investito", tale tasso di rendimento, che potrebbe essere considerato una buona approssimazione della "resource rent", è stato fissato dalla legislazione nazionale del 1996 al 7% (riferimento massimo) e viene ancora applicato dalle aziende di pubblici servizi di tutto il paese. In media, il "rendimento del capitale investito" corrisponde al 10% dell'intera tariffa. Perciò, considerando i volumi di acqua prelevati (Focus ISTAT ‘Giornata mondiale dell’acqua’ 2018) e le percentuali assegnate alle diverse classi di utilizzatori (Focus ISTAT ‘Giornata mondiale dell’acqua’ 2017), una tariffa idrica di 194 €/m³ (elaborazioni su dati ARERA in media nazionale) per uso potabile e un valore medio fra gli 0.04 e 0.07 €/m³ indicati per l'uso irriguo da ARCADIS (Arcadis, 2012), si stima un valore monetario rispettivamente di circa 184 miliardi di euro e 88 milioni, che rappresenta la *Resource Rent*²² della risorsa idrica (Badura T., Ferrini S., Agarwala M., Turner K. 2017).

Tavole dell’Estensione, Offerta ed Uso

Tavola dell’Estensione

L'estensione del servizio di ecosistema di approvvigionamento idrico è rappresentata in Tabella 13 dalle aree in cui è possibile identificare spazialmente il ‘flusso potenziale’ (La Notte 2017) che rappresenta qui solo il deflusso superficiale più la ricarica netta delle acque sotterranee (eq. 1). Non consideriamo nel calcolo né l'afflusso esterno né i cambiamenti nei bacini artificiali.

Tabella 13 - Tavola dell’estensione dell’approvvigionamento idrico

Servizio ecosistemico/Tipo di ecosistema (Km ²) 2018	Aree Verdi urbane	Colture	Praterie	Cespuglieti	Foreste e Boschi	Aree umide	Fiumi e laghi	Totale Estensione
Approvvigionamento idrico	37.889	31.422.452	9.543.560	7.655.294	48.466.732	101.617	974.477	98.202.021

Tavola dell’Offerta

La tavola Tabella 14 mostra da quale tipo di ecosistema il servizio proviene (UN, 2014; UN, 2017). In questo caso il flusso di acqua rinnovabile, compreso il deflusso superficiale più la ricarica netta delle acque sotterranee, che viene prodotto annualmente e naturalmente (m³/anno), rappresenta il ‘flusso potenziale’ come descritto nella tavola di estensione e illustrato dalla cartografia digitale nella Figura 25.

²² La normativa nazionale del 1996 ha fissato il tasso di remunerazione sul capitale investito al 7%, nonostante il referendum del lo abbia formalmente abolito, che corrisponde mediamente al 10% della composizione della tariffa.

Tabella 14 – Tavola dell’Offerta

Servizio ecosistemico/Tipo di ecosistema (mln m ³ /year) 2018	Aree Verdi urbane	Culture	Praterie	Cespuglieti	Foreste e Boschi	Aree umide	Fiumi e laghi	Coste	Totale Offerta
Offerta del Servizio Approvvigionamento idrico	37,889	31.422,452	9.543,560	7.655,294	48.466,732	101,617	974,477	17016,817	115.218,838

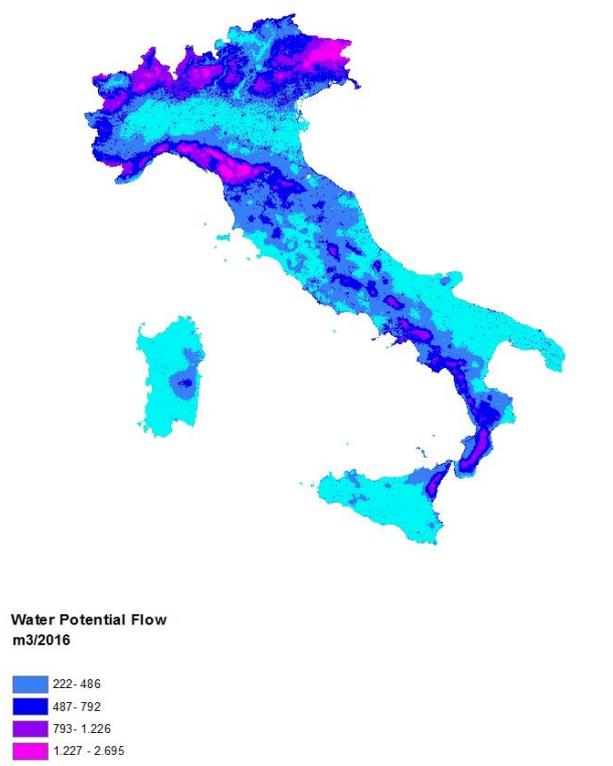


Figura 25 – Flusso idrico potenziale

La mappa della Figura 25 mette in evidenza che le zone a maggior flusso idrico potenziale sono sicuramente quelle delle regioni nord, alimentate dai corsi d’acqua alpini e caratterizzati da un notevole apporto d’acqua, anche sotterranea. Ad essi fanno da contrappunto corsi d’acqua territorialmente più circoscritti e dall’andamento più irregolare lungo l’arco appenninico e nel mezzogiorno. Se nelle regioni centrali è ancora abbondante la circolazione di acque sotterranee, nel sud le falde utilizzabili sono invece assai scarse e confinate entro brevi tratti di pianura costiera (Campania e Calabria), dove spesso subiscono fenomeni di ingressione salina.

Tavola dell’Uso

La tavola dell’uso (Tabella 15) indica quali settori economici beneficiano del servizio ecosistemico, seguendo le classificazioni utilizzate nei conti nazionali. Il flusso effettivo di estrazione di acqua per un dato periodo (m³/anno) viene assegnato ai destinatari del servizio, in questo caso le famiglie e il settore agricolo (UN, 2014; UN, 2017).

Tabella 15 - Tavola dell'uso del servizio approvvigionamento idrico

Servizio Ecosistemico /Settore Economico (2018)	Settore Primario		Settore Secondario		Famiglie	Totale USO
	Agricoltura	Bestiame	Industria	Energia		
Uso [mln m ³] (Estrazioni)	15975	989	6076	1604	9490	34136
Uso [mln €] (Estrazioni)	87,867				184106	184193

5. Conclusioni

Questo lavoro rappresenta un tentativo più avanzato rispetto ai precedenti Rapporti 2017 e 2018, di misurare in termini biofisici ed economici quattro servizi ecosistemici al fine di fornire, per la prima volta, tavole contabili a livello nazionale in linea con le raccomandazioni del framework metodologico delle Nazioni Unite, SEEA-EEA (UN,2014; UN, 2017).

Considerando l'urgenza dettata dalle disposizioni normative nell'attuazione di schemi di contabilità integrata ambientale ed economica, che consiste nella capacità di trasferire i concetti e le stime quantitative dei servizi ecosistemici in contabilità, l'operatività immediata e la replicabilità nell'uso dello strumento di valutazione costituivano uno dei criteri guida nello sviluppo dell'approccio proposto.

La scienza della sostenibilità deve tenere conto delle relazioni dinamiche e delle interconnessioni tra servizi ecosistemici, benessere umano e attività economiche (Willcock et al., 2016). L'individuazione dello stato qualitativo e quantitativo del Capitale Naturale e dei servizi ecosistemici che questo è in grado di generare, si basa sulla valutazione biofisica delle sue componenti e sulla conversione di queste grandezze biofisiche in termini monetari, in modo da definire e comprendere le relazioni di causa-effetto che le pressioni derivanti da attività antropiche generano non solo sulla natura ma anche sullo stesso sistema socio-economico. Attribuire un valore economico alle componenti del Capitale Naturale non ha lo scopo di "mercificare" tali componenti, bensì di offrire un riferimento in termini di grandezze economiche in modo da creare maggior consapevolezza sulla sua importanza e sui benefici offerti.

Il primo messaggio chiave che emerge da queste valutazioni è che la contabilità del servizio ecosistemico è ancora in una fase pionieristica e sono necessari notevoli sforzi per perfezionare e testare i metodi da utilizzare nei conti nazionali. Lo studio affronta la questione dello sviluppo di modelli su scala regionale e nazionale per quattro diversi ES, al fine di fornire una stima quantitativa del contributo di questi ecosistemi ai benefici nelle attività economiche e in altre attività umane.

Il processo metodologico eseguito mira a valutare empiricamente come i modelli spaziali dei flussi di servizi ecosistemici possano essere utilizzati nel contesto delle procedure di contabilità degli ecosistemi.

Il flusso del servizio in termini biofisici fornisce la base su cui vengono costruite le valutazioni monetarie e le tavole contabili, in conformità con la teoria e i concetti descritti nel quadro di riferimento metodologico internazionale SEEA-EEA in modo da rendere operativi gli standard della contabilità integrata ambientale ed economica.

La quantificazione fisica del servizio ecosistemico utilizza principalmente modelli basati sul calcolo di indici ottenuti attraverso equazioni che rappresentano le funzioni dell'ecosistema e le interazioni tra 'agenti' (i modelli sono conosciuti in letteratura come 'agent-based model') rappresentativi della domanda e offerta di servizio. A questo proposito è stato fatto un passo avanti rispetto ai modelli finora in uso basati sull'approccio statistico che utilizzano l'analisi di regressione per costruire primariamente una relazione statistica tra il flusso di servizio e le variabili esplicative (i.e.: la copertura del suolo, la temperatura, l'umidità, ecc.).

Il lavoro condotto ha permesso di identificare le diverse sfide che ancora devono essere affrontate prima che un percorso metodologico per la contabilità integrata ambientale ed economica possa essere considerato rigoroso e affidabile.

Entrando più specificamente nelle problematiche associate alla valutazione dei quattro servizi ecosistemici presi in considerazione, uno dei primi aspetti da evidenziare sul servizio ricreativo outdoor è che al momento non esiste un sistema di rilevamento degli ingressi in grado di monitorare l'accesso dei visitatori nelle aree osservate dove potenzialmente può localizzarsi il servizio. Di conseguenza, nel servizio in questione, l'analisi si basa su un modello che simula, attraverso una funzione di mobilità, il numero di potenziali abitanti (famiglie) che potrebbero muoversi con il fine di condurre un'esperienza ricreativa in aree naturali. Quindi, gli indici relativi calcolati dal modello sono stati calibrati solo in una seconda

fase con dati reali raccolti dalle poche circostanze ove sono risultati disponibili (principalmente parchi nazionali), che hanno consentito in questo modo di passare dai valori indice ai valori assoluti.

Un altro punto su cui soffermarsi riguarda il servizio di impollinazione delle colture. Anche in questo caso, preso atto della indisponibilità di dati, al momento, sulla produzione agricola della singola azienda, sono stati considerati i dati della letteratura sui diversi rendimenti agricoli a livello nazionale, per poter distribuire gli aggregati totali della produzione di colture sugli ettari dedicati alla singola coltura. Questo evidenzia l'assoluta necessità di disporre di dati puntuali a livello di azienda agricola per poter migliorare e rendere la valutazione maggiormente affidabile.

Per quanto riguarda il servizio di regolazione delle alluvioni, l'importante innovazione qui introdotta, è legata al fatto che non consideriamo le aree che sono attualmente classificate e a rischio in termini di rischio idraulico ma quelle che potrebbero diventare a rischio in assenza di servizio. Tuttavia abbiamo potuto stimare per il momento soltanto il valore monetario legato al danno potenzialmente evitato sugli edifici residenziali e commerciali, rinviando ad un'analisi futura la valutazione dei danni alle infrastrutture, sulla salute e sull'agricoltura.

La modellizzazione e valutazione del servizio di fornitura di risorsa idrica è stata molto impegnativa perché al momento non esiste un sistema di rilevamento spazializzato completo sul prelievo dell'acqua, che, al netto delle perdite, dovrebbe costituire l'utilizzo del servizio. Di conseguenza, il modello calcola il flusso potenziale derivante dalle equazioni fisiche. Un ulteriore punto critico riguarda l'assenza di una tariffa idrica omogenea per l'intero territorio nazionale, e quindi i valori monetari risultano essere stime basate su tassi medi.

Un importante punto chiave che deve ancora essere affrontato per rendere operativa e rigorosa la contabilità dei servizi ecosistemici riguarda il come misurare il "flusso sostenibile" per i servizi di regolazione e manutenzione. La qualità e la vulnerabilità degli ecosistemi rendono difficile stabilire una soglia di sostenibilità che potrebbe risultare spazialmente differenziata in base alle condizioni fisiche dei territori.

D'altra parte, il miglioramento della qualità dei modelli e dei risultati sarà raggiunto soltanto quando i cambiamenti nella condizione degli ecosistemi saranno integrati in modelli dinamici più sofisticati sviluppato adatti a calcolare stime mensili e stagionali continue nel tempo, sfruttando flussi di dati permanenti.

Attualmente i modelli possono quantificare i cambiamenti attraverso gli scenari, sostituendo input spaziali, temporali e tabulari alternativi, ma saranno in grado di farlo anche per le condizioni non appena i parametri e le variabili relative verranno assimilate nei modelli.

La valutazione presentata in questo lavoro mostra dunque, ancora una volta che quantificare e valutare i servizi ecosistemici spesso richiede modelli complessi, adattabili a scopi specifici e una forte affidabilità dei dati di input. Tuttavia, i risultati sono stati generati utilizzando un set specifico di dati di input, nella consapevolezza che in un'epoca nella quale l'accesso ai dati è in costante e rapida crescita, il set dei "migliori dati disponibili" cambia altrettanto rapidamente. Nel nostro caso abbiamo utilizzato l'innovativa piattaforma di modellazione ARIES che opera direttamente collegando diverse tecniche di analisi (dinamiche di sistema, modelli basati su agenti, reti bayesiane, apprendimento automatico, algoritmi GIS, modelli analitici, analisi multicriterio) e tipologie di conoscenza, comprese le fonti di dati quantitativi e semiquantitativi, e l'opinione degli esperti (le applicazioni di altre tecniche di modellazione all'interno di ARIES sono descritte altrove, Bagstad et al., 2014; Balbi et al., 2015; Willcock et al., 2018). I modelli ARIES possono adattarsi al contesto spazio-temporale selezionato dall'utente per produrre risultati dipendenti dal contesto, utilizzando i parametri di modello più appropriati.

La customizzazione dei dati e dei modelli è importante per migliorare la precisione, la trasparenza e l'affidabilità dei risultati utilizzati per le applicazioni a diversi livelli spaziali. Ogni volta che vengono resi disponibili nuovi set di dati per gli input di modello con una maggiore accuratezza, risoluzione spaziale e densità temporale, i modelli ES sono aggiornati attraverso una loro nuova computazione. Tuttavia, la comparabilità temporale continuerà a non essere completamente affidabile finché modelli più rigorosi o dati più accurati andranno a modificare la valutazione finale del servizio dell'ecosistema, anche in assenza di cambiamenti significativi nella loro reale disponibilità.

6. Tabelle annesse all'Allegato D

Landcover (influenza umana)	HI
ArtificialSurface,	7
landcover:ArableLand,	6
landcover:NonIrrigatedArableLand,	5
landcover:PermanentlyIrrigatedArableLand,	5
landcover:RiceField,	5
landcover:PermanentCropland,	4
landcover:Vineyard,	4
landcover:FruitAndBerryPlantation,	4
landcover:OliveGrove,	4
landcover:Pastureland,	4
landcover:AnnualCroplandAssociatedWithPermanent,	4
landcover:ComplexCultivationPatternedLand,	4
landcover:AgriculturalLandWithNaturalVegetation,	4
landcover:AgroForestryLand,	4
landcover:BroadleafForest,	3
landcover:ConiferousForest,	3
landcover:MixedForest,	3
landcover:NaturalGrassland,	3
landcover:MoorAndHeathland,	2
landcover:SclerophyllousVegetation,	2
landcover:TransitionalWoodlandScrub,	2
landcover:BeachDuneAndSand,	2
landcover:BareArea,	1
landcover:BareRock,	1
landcover:LichenMoss,	1
landcover:SparseVegetation,	2
landcover:BurnedLand,	5
landcover:GlacierAndPerpetualSnow,	1
landcover:Wetland,	1
landcover:Mangrove,	1
landcover:InlandMarsh,	2
landcover:PeatBog,	2
landcover:SaltMarsh,	2
landcover:Saline,	5
landcover:IntertidalFlat,	1
landcover:WaterBody,	1

Tabella 1: Tabella dei valori dell'influenza umana sulla naturalità (HI)

Tabella n. 2 – NESTING_SUITABILITY	
landcover:ContinuousUrbanFabric,	0.1
landcover:DiscontinuousUrbanFabric,	0.3
landcover:IndustrialCommercialUnits,	0.1
landcover:RoadRailNetwork,	0.3
landcover:PortArea,	0.3
landcover:Airport,	0.3
landcover:MineralExtraction,	0.3
landcover:DumpArea,	0.05
landcover:ConstructionArea,	0.1
landcover:GreenUrbanArea,	0.3
landcover:SportLeisureFacility,	0.3
landcover:NonIrrigatedArableLand,	0.2
landcover:PermanentlyIrrigatedArableLand,	0.2
landcover:RiceField,	0.2
landcover:Vineyard,	0.4
landcover:FruitAndBerryPlantation,	0.4
landcover:OliveGrove,	0.5
landcover:Pastureland,	0.3
landcover:AnnualCroplandAssociatedWithPermanent,	0.4
landcover:ComplexCultivationPatternedLand,	0.4
landcover:AgriculturalLandWithNaturalVegetation,	0.7
landcover:AgroForestryLand,	1
landcover:Broadleafforest,	0.8
landcover:ConiferousForest,	0.8
landcover:MixedForest,	0.8
landcover:NaturalGrassland,	0.8
landcover:MoorAndHeathland,	0.9
landcover:SclerophyllousVegetation,	0.9
landcover:TransitionalWoodlandScrub,	1
landcover:BeachDuneAndSand,	0.3
landcover:BareRock,	0
landcover:SparseVegetation,	0.7
landcover:BurnedLand,	0.3
landcover:GlacierAndPerpetualSnow,	0
landcover:InlandMarsh,	0.3
landcover:PeatBog,	0.3
landcover:SaltMarsh,	0.3
landcover:Saline,	0
landcover:IntertidalFlat,	0
landcover:Watercourse,	0
landcover:NonVegetatedStillWaterBody,	0
landcover:CoastalLagoon,	0.2
landcover:Estuary,	0
landcover:SeaAndOcean,	0
Tabella n.2 - FLOWER_AVAILABILITY	
landcover:ContinuousUrbanFabric,	0.05
landcover:DiscontinuousUrbanFabric,	0.3
landcover:IndustrialCommercialUnits,	0.05
landcover:RoadRailNetwork,	0.25
landcover:PortArea,	0
landcover:Airport,	0.1
landcover:MineralExtraction,	0.05
landcover:DumpArea,	0
landcover:ConstructionArea,	0
landcover:GreenUrbanArea,	0.25
landcover:SportLeisureFacility,	0.05
landcover:NonIrrigatedArableLand,	0.2
landcover:PermanentlyIrrigatedArableLand,	0.05
landcover:RiceField,	0.05
landcover:Vineyard,	0.6
landcover:FruitAndBerryPlantation,	0.9
landcover:OliveGrove,	0.4

landcover:Pastureland,	0.2
landcover:AnnualCroplandAssociatedWithPermanent,	0.5
landcover:ComplexCultivationPatternedLand,	0.4
landcover:AgriculturalLandWithNaturalVegetation,	0.75
landcover:AgroForestryLand,	0.5
landcover:BroadleafForest,	0.9
landcover:ConiferousForest,	0.3
landcover:MixedForest,	0.6
landcover:NaturalGrassland,	1
landcover:MoorAndHeathland,	1
landcover:SclerophyllousVegetation,	0.75
landcover:TransitionalWoodlandScrub,	0.85
landcover:BeachDuneAndSand,	0.1
landcover:BareRock,	0.0
landcover:SparseVegetation,	0.35
landcover:BurnedLand,	0.2
landcover:GlacierAndPerpetualSnow,	0
landcover:InlandMarsh,	0.75
landcover:PeatBog,	0.5
landcover:SaltMarsh,	0.55
landcover:Saline,	0
landcover:IntertidalFlat,	0
landcover:Watercourse,	0
landcover:NonVegetatedStillWaterBody,	0
landcover:CoastalLagoon,	0
landcover:Estuary,	0
landcover:SeaAndOcean,	0

Tabella 3: Tassi di dipendenza dall'impollinazione degli insetti (CP_i) di 30 tipi di colture da Klein et al. 2007

Crops	Dependency Rates
almond	0,65
apple	0,65
apricot	0,65
cherry	0,65
figs	0,25
citrusnes	0,05
kiwi	0,9
Lemon lime	0,05
melon	0,9
orange	0,05
peach	0,65
pear	0,65
persimmon	0,05
plum	0,65
rasberry	0,65
strawberry	0,25
tangerine	0,05
watermelon	0,9
bean	0,25
broadbean	0,25
chilly	0,05
eggplant	0,25
flax	0,05

legumenes	0,25
pumpkin	0,9
rapeseed	0,25
soybean	0,25
sunflower	0,25
tomato	0,05
turnipfor	0,65

E. I sussidi dannosi alla biodiversità

Tabella 16 - Drivers delle pressioni

	Cambiamento uso del suolo	Inquinamento	Sovrasfruttamento risorse	Preferenze Standardizzate	Specie aliene invasive	
Demografici	Crescita popolazione	Aumenta la necessità di terra per produrre nutrimento e materiali	Aumenta la produzione di emissioni e rifiuti necessari a produrre i beni per la popolazione			
	Densità popolazione	Maggiore è la densità urbana, minore è il consumo di suolo per scopi abitativi				
Spaziali	Pianificazione del territorio - accessibilità	Influenza il livello di frammentazione o di continuità paesaggistica	Determina la diffusione dell'inquinamento in aree altrimenti non accessibili	Determina le possibilità di accesso alle risorse naturali	Determina le possibilità di migrazione o di trasporto di specie aliene invasive da un habitat all'altro	
Tecnologici	Tecnologia agricola	Determina il grado di intensificazione dell'agricoltura e della zootecnia	Determina le emissioni del settore agricolo e zootecnico		Favorisce la coltivazione e l'allevamento di specie e varietà a danno di altre	
	Tecnologia di prelievo		Determina le emissioni delle attività di caccia, pesca, estrazione risorse naturali	Determina la capacità di prelievo delle risorse naturali per unità di sforzo di prelievo		
	Tecnologia di produzione	Determina la profittabilità dei diversi usi del suolo	Determina le emissioni delle attività industriali	Determina l'efficienza nell'uso degli input di produzione		
	Tecnologia di trasporto	Determina la necessità di suolo per le infrastrutture di trasporto	Determina le emissioni del trasporto			
Economici	Globalizzazione		Favorisce le esportazioni delle emissioni	Favorisce l'eccesso di sfruttamento di alcune specie	Favorisce la standardizzazione dei consumi	Aumenta le possibilità di introduzione di specie invasive
	Urbanizzazione	Determina la necessità di nuova terra a scopi urbani e l'abbandono di terre rurali	Determina un aumento pro-capite dei consumi e quindi di rifiuti ed emissioni			
	Turismo	Determina l'uso del suolo a scopi turistici e ricreativi	Determina il grado di spostamento delle emissioni e dei rifiuti		Determinano il consumo di specie e varietà locali e tradizionali	Aumenta le possibilità di spostamento di specie aliene invasive
Istituzionali	Diritti, controlli e sanzioni	Determina il livello di rispetto delle norme su abusi per gli usi previsti del suolo ed il riconoscimento delle esternalità negative e positive	Determina il livello di rispetto delle norme su abusi da inquinamento e il riconoscimento delle esternalità negative e positive	Determina il livello di rispetto delle norme sul prelievo di risorse ittiche, caccia e pesca, legname ed il riconoscimento delle esternalità positive e negative	Contribuiscono alla protezione di specie e varietà locali attraverso etichette e denominazioni	Determina la capacità di controllare l'introduzione di specie aliene invasive illegali
Socio-culturali	Preferenze	Determinano le attitudini per i diversi usi del suolo	Determinano le attitudini per beni e servizi a diverso grado di sostenibilità ambientale	Determinano le preferenze per specie animali o vegetali sovra-sfruttate	Determinano i gusti dei consumatori per le varietà di una specie o per modelli di consumo	Determinano il grado di preferenza dei consumatori per le specie aliene
	Livelli di biodiversità influenzati	Ecosistemica	Ecosistemica, Specie	Specie	Specie, Genetica	Specie, Genetica

Tabella 17 - Elenco completo sussidi dannosi alla biodiversità 2017 (Codici del CSA2)

	IVA.10	IVA.14	IVA.15	IVA.19, 13
	prodotti petroliferi per uso agricolo e per la pesca in acque interne.	Prestazioni di servizi dipendenti da contratti di appalto relativi alla costruzione di case di abitazione e alla realizzazione degli interventi di recupero (art. 31 della legge 5 agosto 1978, n. 457)	prodotti fitosanitari.	locazioni di immobili di civile abitazione effettuate dalle imprese che li hanno costruiti per la vendita. Case di abitazione non di lusso
Pianificazione – accessibilità		↗=Suolo Favorisce il consumo di suolo per la costruzione di nuovi immobili Dannoso: E ↘=Suolo Favorisce il recupero di immobili esistenti Favorevole: E		↗=Suolo Favorisce il consumo di suolo per la costruzione di nuovi immobili Dannoso: E
Tecn agricola	↗=Suolo Favorisce il consumo di suolo per attività agricole Dannoso: E		↗=Suolo Riduce i costi delle attività agricole favorendo la conversione del suolo da naturale a semi-naturale Dannoso: E ↗=Inq Iva agevolata i fertilizzanti chimici fa aumentare le emissioni di azoto Dannoso: S, G	
Tecn prelievo	↗=Sfr Riduce i costi dell'attività di pesca favorendo un maggior prelievo Dannoso: S			
Tecn trasporto	↗=Inq Aumenta l'inquinamento locale causato dal trasporto marino Dannoso: E			
Globalizzazione	↘=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole Favorevole: E		↘=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole Favorevole: E	

	AL.SI.01	AL.SI.02	AL.SI.19	AL.SI.14
	Aliquota massima TASI immobili merce	Credito d'imposta per l'acquisto di beni strumentali nuovi destinati a strutture produttive nelle zone assistite ubicate nelle regioni del Mezzogiorno	Agevolazione per l'acquisto di unità immobiliari a destinazione residenziale di classe energetica A o B cedute dalle imprese costruttrici	Credito d'imposta per la riqualificazione degli alberghi
Pianificazione - accessibilità	↗=Suolo Si incentivano nuove costruzioni favorendo consumo di suolo Dannoso: E		↗=Suolo Favorisce il consumo di suolo per la costruzione di nuovi immobili Dannoso: E	
Tecn agricola		↗=Suolo L'impatto dipende dalla maggior efficienza del nuovo macchinario rispetto al rimpiazzato. Tuttavia, essendo destinato anche a strutture produttive nuove favorisce anche un aumento dell'incentivo alle attività agricole Dannoso: E		
Tecn prelievo		↗=Sfr Nelle attività di pesca, i nuovi macchinari favoriscono un incremento del pescato per unità di sforzo di pesca Dannoso: S ↘=Sfr Si stimola l'attività di acquacoltura favorendo una riduzione delle pressioni sulle specie ittiche nel loro habitat naturale Favorevole: S		
Turismo				↗=Suolo Favorisce il consumo di suolo delle attività alberghiere Dannoso: E

	IVA.01, 02	IVA.03	IVA.04	IVA.07
	21) Cessione, da imprese costruttrici e non, di case di abitazione, non di lusso, ancorché non ultimate, purché permanga l'originaria destinazione, prima casa per acquirente. Prestazioni di servizi dipendenti da contratti di appalto relativi alla costruzione di case di abitazione e alla realizzazione degli interventi di recupero (art. 31 della legge 5 agosto 1978, n. 457)	Fertilizzanti, sia in senso generale che agli organismi considerati utili per la lotta biologica in agricoltura	IVA agevolata per la vendita di costruzioni rurali destinate ad uso abitativo del proprietario del terreno o di altri addetti alle coltivazioni dello stesso o all'allevamento del bestiame e alle attività connesse cedute da imprese costruttrici	Energia elettrica per uso domestico – Riduzione IVA.
Pianificazione - accessibilità	⌚=Suolo Favorisce il consumo di suolo per la costruzione di nuovi immobili Dannoso: E	⌚=Suolo Riduce i costi delle attività agricole favorendo la conversione del suolo da naturale a seminaturale Dannoso: E	⌚=Suolo Favorisce la frammentazione, incentivando nuove costruzioni in zone rurali Dannoso: E	⌚=Suolo Favorisce il consumo di suolo per l'estrazione di risorse naturali Dannoso: E ⌚=Suolo Favorisce il consumo di suolo per la creazione di infrastrutture di distribuzione Dannoso: E
Tecn agricola		⌚=Inq Iva agevolata i fertilizzanti chimici: fa aumentare le emissioni di azoto Dannoso: S, G ⌚=Inq Iva agevolata per i fertilizzanti utili alla lotta biologica; consentono una riduzione delle amissioni di azoto e preservano il biota del terreno Favorevole: S, G		
Tecn prelievo				⌚=Inq Aumenta le emissioni di inquinanti e di scarti associati all'estrazione di risorse naturali Dannoso: E
Urbanizzazione		⌚=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole Favorevole: E	⌚=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione Favorevole: E	
	TR.SI.01	TR.SI.02	TR.SI.06	TR.SD.01
	Credito d'imposta sul reddito persone fisiche e sgravi contributivi - navi registro internazionale.	Riduzione della base imponibile ai fini IRPEF e IRES per il settore marittimo	Agevolazione sulla tassa di ancoraggio a beneficio delle navi che utilizzano porti di transhipment.	Contributi per servizi marittimi per il trasporto combinato delle merci
Pianificazione - accessibilità			⌚=Invasiv Riduce i costi delle attività di trasporto marittimo favorendo la mobilità ed il rischio di introduzione di specie aliene Dannoso: S, G	⌚=Suolo Favorisce il trasporto marittimo riducendo l'impatto della frammentazione creato dalla rete stradale Favorevole: E
Tecn agricola				⌚=Invasiv Riduce i costi delle attività di trasporto marittimo Dannoso: S, G
Tecn trasporto			⌚=Inq Danneggia l'ecosistema marino attraverso sversamento in mare di rifiuti Dannoso: E	

Globalizzazione			↗=Prf Stand La riduzione dei costi di trasporto su grandi navi favorisce il commercio internazionale e l'omogeneizzazione dei consumi Dannoso: S, G	→=Inq Danneggia l'ecosistema marino attraverso sversamento in mare di rifiuti anche se contribuisce a ridurre l'inquinamento causato dal trasporto delle merci con automezzi Incerto
Turismo	↗=Invasiv Favorisce le attività turistiche via mare Dannoso: S, G ↗=Inq Danneggia l'ecosistema marino attraverso la produzione di rifiuti Dannoso: E	↗=Invasiv Favorisce le attività turistiche via mare Dannoso: S, G ↗=Inq Danneggia l'ecosistema marino attraverso la produzione di rifiuti Dannoso: E		

	EN.SI.17, 19	EN.SI.22	EN.SI.24	EN.SI.27
	Riduzione dell'accisa sul GPL utilizzato negli impianti centralizzati per usi industriali Esenzione accisa su prodotti energetici iniettati negli altiforni per processi produttivi.	Rimborso del maggior onere derivante dall'aumento dell'accisa sul gasolio impiegato come carburante per l'autotrasporto merci ed altre categorie di trasporto passeggeri	Impiego dei prodotti energetici nei lavori agricoli e assimilati (orticoltura, allevamento, silvicoltura, piscicoltura e florovivaistica) -	Differente trattamento fiscale fra benzina e gasolio
Pianificazione - accessibilità			↗=Suolo Riduce i costi dell'attività agricola favorendo il consumo di suolo Dannoso: E	
Tecn agricola			↗=Prf Stand Aumenta la redditività di produrre oli vegetali alterando l'incentivo alla produzione diversificata Dannoso: S, G	
Tecn prelievo			↘=Sfr Riduce i costi della piscicoltura riducendo la pressione su specie ittiche selvagge Favorevole: S	
Tecn produzione	↗=Inq Si riducono i costi delle attività produttive favorendo le emissioni di PM ed azoto Dannoso: E, S		→=Inq Negativo per l'agevolazione per la benzina; Positivo per gli oli vegetali non modificati chimicamente. Incerto	
Tecn trasporto		↗=Inq Si incentiva l'emissione di inquinanti locali (PM). Dannoso: E		↗=Inq Si incentiva la maggiore emissione di PM ed azoto. Dannoso: E, S
Urbanizzazione			↘=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole Favorevole: E	

	EN.SI.05	EN.SI.06	EN.SI.07
	Esenzione dall'imposta di consumo per gli oli lubrificanti impiegati nella produzione e nella lavorazione della gomma naturale e sintetica per la fabbricazione dei relativi manufatti, nella produzione delle materie plastiche e delle resine artificiali o sintetiche, comprese le colle adesive, nella produzione degli antiparassitari per le piante da frutta	Esenzione dall'accisa sui prodotti energetici impiegati come carburanti per la navigazione aerea diversa dall'aviazione privata e per i voli didattici.	Esenzione dall'accisa sui prodotti energetici 1) Carburanti per navigazione nelle acque marine comunitarie 2) Carburanti per la navigazione nelle acque interne, limitatamente al trasporto delle merci e per il dragaggio di vie navigabili e porti.
Tecn produzione	↗=Inq Si incentiva il comparto chimico e e le emissioni associate al consumo di tali prodotti (gomma, plastiche, resine e antiparassitari) Dannoso: E, S		
Tecn trasporto		↗=Inq Favorisce le emissioni di inquinanti atmosferici Dannoso: E	↗=Sfr Riduce i costi dell'attività di pesca incentivando il sovrasfruttamento Dannoso: S ↗=Inq Aumenta l'inquinamento locale causato dal trasporto marino Dannoso: E ↗=Invasiv Favorisce la mobilità marittima ed il rischio di introduzione di specie aliene Dannoso: S, G

	AP.SD.07	AP.SD.09, 10, 11	AP.SD.12
	Sostegno specifico per i seminativi: premio frumento duro	Sostegno specifico per la zootecnia bovina da latte, bufalina da latte, latte in zone montane	Razionalizzazione e riconversione della produzione bieticolo-saccarifera in Italia
Pianificazione accessibilità	→=Suolo Pagamento dovuto per il mantenimento della produzione a settori in crisi, si esclude, quindi che l'incentivo stimoli la conversione di nuova area. Evita l'abbandono del suolo, ma la valutazione dipende dal livello di intensificazione agricola del settore che si sostiene Incerto	→=Suolo Positivo se mantiene pascoli montani, negativo se associato ad allevamento intensivo Incerto	→=Suolo Favorisce la riconversione di suolo già coltivato. Incerto
Tecn agricola	↗=Prf Stand Favorisce la monocultura del frumento riducendo l'incentivo alla diversificazione Dannoso: S	↗= Inq Aumenta l'inquinamento causato dagli allevamenti bovini Dannoso: E	↗=Inq Studi (Kim e Dale, 2005) mostrano eccessi di rilascio di azoto e fosforo nel suolo da produzione di biocarburanti Dannoso: E
Urbanizzazione		↘=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole Favorevole: E	↘=Suolo Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole Favorevole: E

	AP.SD.04	AP.SD.05	AP.SD.06
	Sostegno specifico per i seminativi: premio per la soia	Sostegno specifico per i seminativi: premio per il riso	Sostegno specifico per i seminativi: premio pomodoro da industria
Pianificazione accessibilità	→=Suolo Pagamento dovuto per il mantenimento della produzione a settori in crisi, si esclude, quindi che l'incentivo stimoli la conversione di nuova area. Evita l'abbandono del suolo, ma la valutazione dipende dal livello di intensificazione agricola del settore che si sostiene Incerto	→=Suolo Pagamento dovuto per il mantenimento della produzione a settori in crisi, si esclude, quindi che l'incentivo stimoli la conversione di nuova area. Evita l'abbandono del suolo, ma la valutazione dipende dal livello di intensificazione agricola del settore che si sostiene Incerto	→=Suolo Pagamento dovuto per il mantenimento della produzione a settori in crisi, si esclude, quindi che l'incentivo stimoli la conversione di nuova area. Evita l'abbandono del suolo, ma la valutazione dipende dal livello di intensificazione agricola del settore che si sostiene Incerto

Tecn agricola	<p>↗= Prf Stand</p> <p>Nonostante il premio riconosciuto abbia un'aliquota marginale decrescente, favorisce la monocoltura di una specie non tradizionale (passata da 125 ha coltivati nel 1980 a 288,060 ha nel 2016; FAOSTAT)</p> <p>Dannoso: S, G</p>		<p>↗=Prf Stand</p> <p>Favorisce la coltivazione delle sole specie adatte alla trasformazione</p> <p>Dannoso: S, G</p>
Tecn produzione	<p>↘= Inq</p> <p>E' una coltivazione che necessita di minor apporto di azoto</p> <p>Favorevole: E</p>	<p>↗= Inq</p> <p>E' una coltivazione che incrementa le possibilità di percolazione dell'azoto nelle falde e nei suoli</p> <p>Dannoso: E</p> <p>↗= Sfr</p> <p>Aumenta il consumo di acqua. In Italia si stima che circa il 52% di acqua provenga da piogge ed il rimanente da bacini acquiferi di superficie e sotterranei (Chapagain e Hoekstra, 2011)</p> <p>Dannoso: E</p>	
Urbanizzazione	<p>↘=Suolo</p> <p>Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole</p> <p>Favorevole: E</p>	<p>↘=Suolo</p> <p>Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole</p> <p>Favorevole: E</p>	

	EN.SI.08	EN.SI.10	EN.SI.12
	Riduzione dell'accisa per i carburanti utilizzati nel trasporto ferroviario di persone e merci - Applicazione di un'aliquota pari al 30% di quella normale	Esenzione dall'accisa sui carburanti per il sollevamento delle acque allo scopo di agevolare la coltivazione dei fondi rustici sui terreni bonificati.	Riduzione dell'accisa sul gas naturale impiegato negli usi di cantiere, nei motori fissi e nelle operazioni di campo per l'estrazione di idrocarburi.
Densità	<p>↗=Suolo</p> <p>Un sussidio alla connettività urbana ed interurbana riduce i costi di spostamento disincentivando la densità abitativa</p> <p>Dannoso: E</p>		
Pianificazione accessibilità	<p>↗=Suolo</p> <p>L'infrastruttura ferroviaria aumenta la frammentazione del paesaggio</p> <p>Dannoso: E</p>	<p>↗=Suolo</p> <p>Le zone umide costituiscono aree di interesse ecologico e la bonifica a fini agricoli costituisce una conversione di uso del suolo non desiderabile dal punto di vista ecologico</p> <p>Dannoso: E</p>	<p>↗=Suolo</p> <p>Si favorisce una frammentazione di aree naturali riducendo i costi per l'estrazione di risorse dal sottosuolo</p> <p>Dannoso: E, S</p>
Tecn prelievo			<p>↗=Inq</p> <p>Si incentivano le emissioni e la produzione di rifiuti associati alle attività estrattive</p> <p>Dannoso: E</p>
Tecn produzione			<p>↗=Inq</p> <p>Si incentivano le emissioni e la produzione di rifiuti associati alle attività edilizie</p> <p>Dannoso: E</p>
Tecn trasporto	<p>↗=Inq</p> <p>Si incentiva l'uso di combustibile diesel, dall'alto impatto emissivo, per il trasporto ferroviario</p> <p>Dannoso: E</p>		
Urbanizzazione		<p>↘=Suolo</p> <p>Contrasta il fenomeno di urbanizzazione creando maggiore redditività delle attività agricole</p> <p>Favorevole: E</p>	<p>↗=Suolo</p> <p>Si incentiva l'urbanizzazione riducendo i costi dell'edilizia</p> <p>Dannoso: E</p>

F. Bibliografia

Si veda la sezione **Riferimenti Bibliografici** nel testo del **Rapporto**