

Valutazione e quantificazione dei servizi ecosistemici resi dal suolo

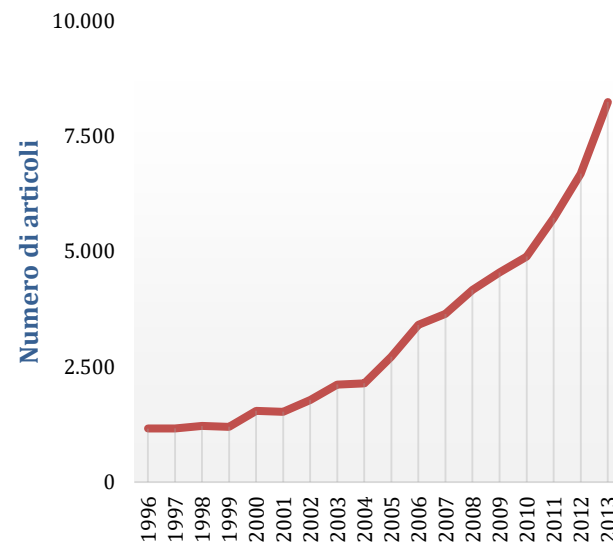
ISPRA

M. Munafò, I. Marinosci, F. Assennato, S. Pranzo, G. Finocchiaro, A. Galosi, F. Bottinelli, F. Fumanti, M. Di Leginio, V. Bellucci, P. Bianco, L. Casella, A. De Toni, L. Sallustio, A. Strollo, M. Marchetti

Contesto della ricerca

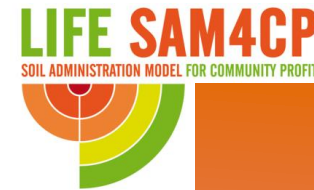
Diversi ambiti:

- Analisi dei flussi (Georgescu-Roegen, 1971)
- Risorse (Odum, 1971)
- Limiti alla crescita (Daily, 1977; Meadows, 2004)
- Capitale naturale, mutuato dal capitale "classico", che rappresenta lo stock di risorse naturali utilizzato per la produzione di flussi di beni e servizi utili all'uomo (Costanza e Daily, 1992)
- Quantificazione economica dei servizi ecosistemici (Daily, 1997; Costanza, 1997)
- Influenza della produzione di servizi sulla struttura e sulla funzionalità degli ecosistemi (de Groot, 2003)





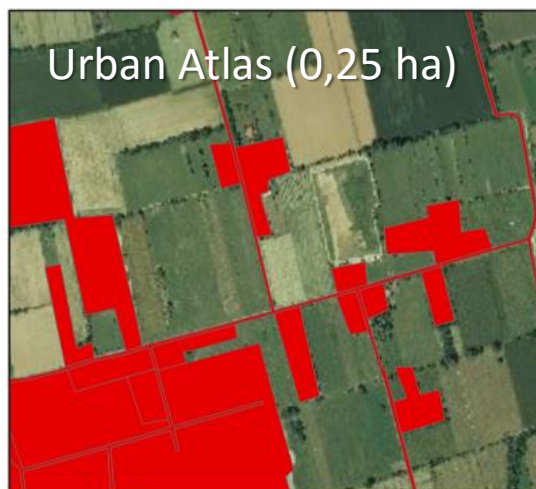
Contesto della ricerca



I servizi scelti sono congruenti con le diverse classificazioni riportate in letteratura dalle quali emergono i seguenti ruoli, fondamentali e comuni nella fornitura di “servizi” forniti dal suolo libero:

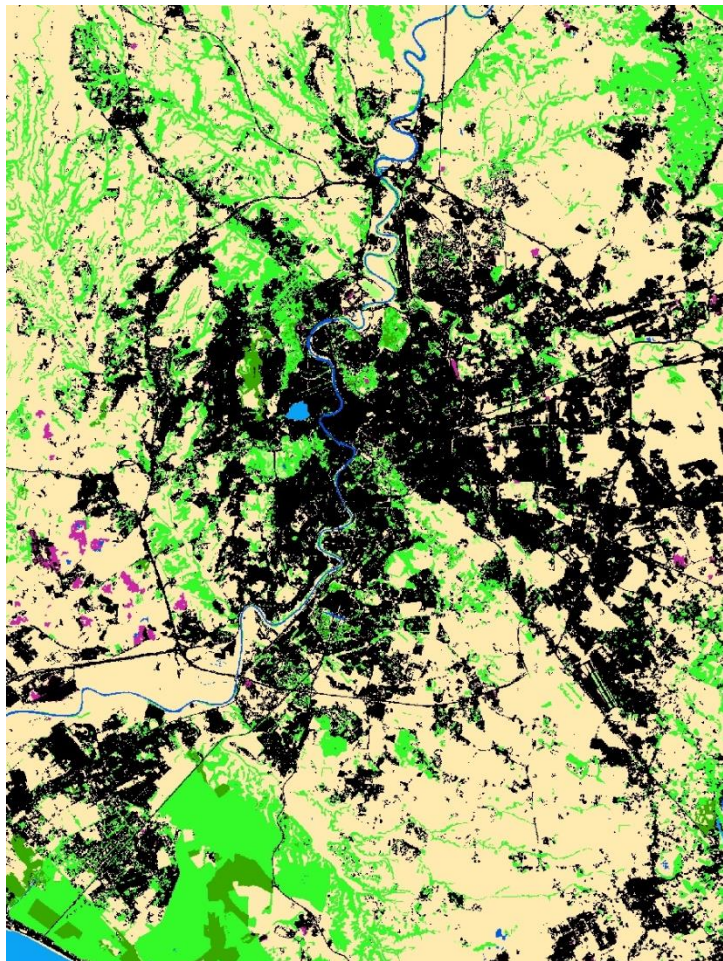
- **fertilità:** il ciclo dei nutrienti assicura fertilità al terreno e allo stesso tempo il rilascio di nutrienti necessari per la crescita delle piante
- **filtro e riserva:** il suolo può funzionare da filtro nei confronti degli inquinanti e può immagazzinare grandi quantità d’acqua utile per le piante e per la mitigazione delle alluvioni
- **strutturale:** i suoli rappresentano il supporto per le piante, gli animali e le infrastrutture
- **regolazione del clima:** il suolo, oltre a rappresentare il più grande sink di carbonio, regola l’emissione di importanti gas serra (N_2O e CH_4)
- **conservazione della biodiversità:** i suoli sono un immenso serbatoio di biodiversità; rappresentano l’habitat per migliaia di specie in grado di impedire l’azione di parassiti o facilitare lo smaltimento dei rifiuti
- **risorsa:** i suoli possono essere un’importante fonte di approvvigionamento di materie prime

I dati di input – copertura del suolo

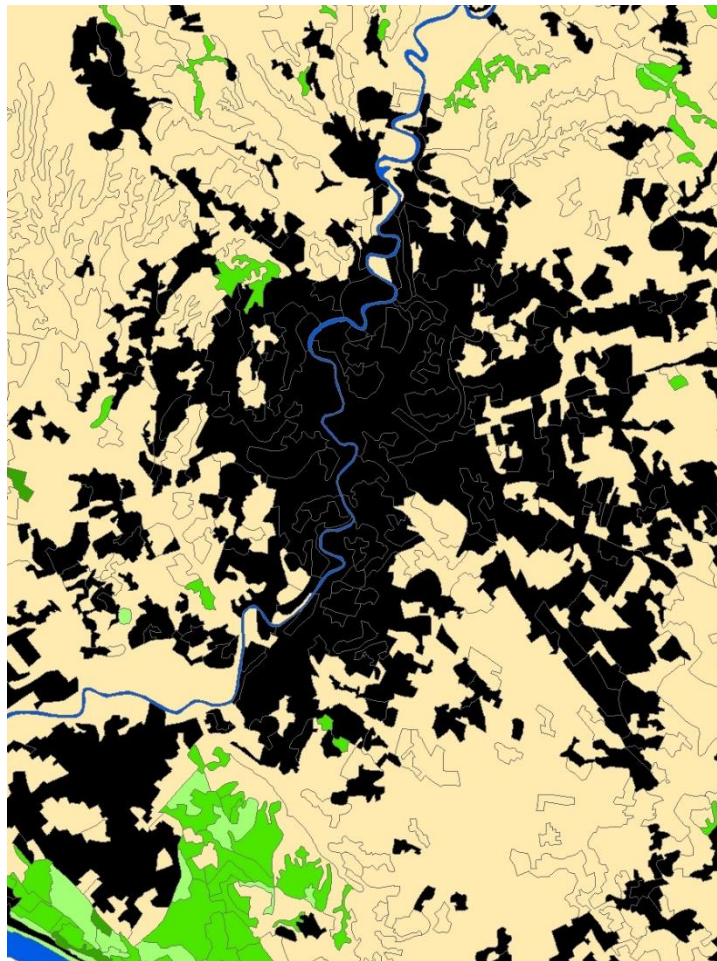


I dati di input – copertura del suolo

High Resolution Layers

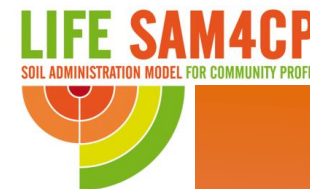


CORINE Land Cover





I dati di input – copertura del suolo



HRL

- 1 Artificiale
- 2 Latifoglie
- 3 Conifere
- 4 Prati
- 5 Zone umide
- 6 Corpi idrici permanenti
- 0 Altro
- 254 Non classificato



CLC

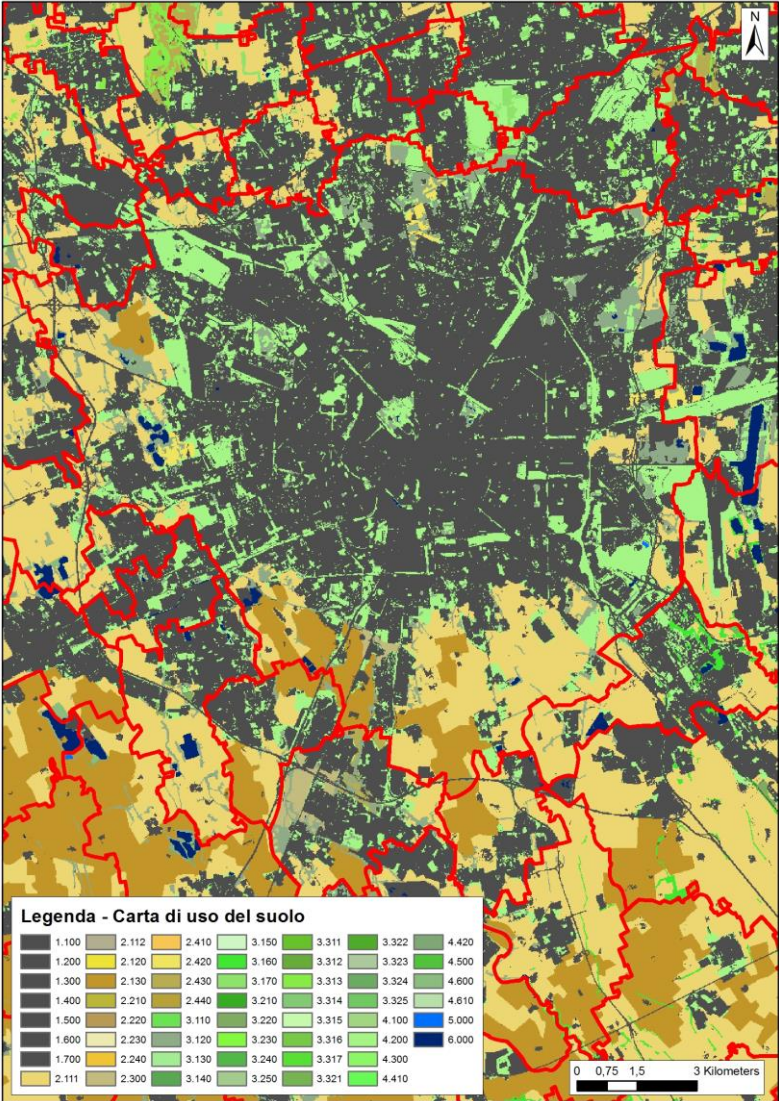
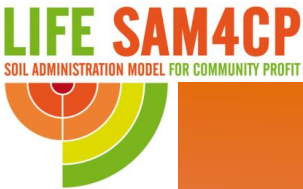
- 1.1 Residenziale
- 1.2 Altre aree impermeabili
- 1.3 Rete stradale principale
- 1.4 Aree ricreative e sportive
- 1.5 Aree estrattive
- 1.6 Discariche
- 1.7 Cantieri
- 2.1.1.1 Colture intensive
- 2.1.1.2 Colture estensive
- 2.1.2 Seminativi in aree irrigue
- 2.1.3 Risaie
- 2.2.1 Vigneti
- 2.2.2 Frutteti e frutti minori
- 2.2.3 Oliveti
- 2.2.4 Arboricoltura da legno
- 2.3 Prati stabili (foraggiere permanenti)
- 2.4.1 Colture temporanee associate a colture permanenti
- 2.4.2 Sistemi colturali e particellari complessi
- 2.4.3 Aree occupate da colture agrarie con spazi naturali importanti
- 2.4.4 Aree agroforestali
- 3.1 Boschi di latifoglie (7 classi)
- 3.2 Boschi di conifere (5 classi)
- 3.3 Boschi misti di conifere e latifoglie (12 classi)
- 4.1 Aree a pascolo naturale e praterie
- 4.2 Aree verdi urbane
- 4.3 Brughiere e cespuglieti
- 4.4.1 Macchia alta
- 4.4.2 Macchia bassa e garighe
- 4.5 Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
- 4.6 Zone aperte con vegetazione rada o assente
- 5 Zone umide
- 6 Corpi idrici permanenti



I dati di input – copertura del suolo

Italia

Milano

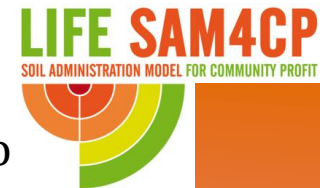


Habitat Quality

- Con la stipulazione della **Convenzione sulla Biodiversità Biologica** (CBD, 1992) viene riconosciuta l'importanza e il valore intrinseco della diversità biologica e dei suoi componenti.
- Una delle più gravi minacce che interessano la **biodiversità** e i processi eco-biologici è il **consumo di suolo**, in particolare quello non pianificato.



Habitat Quality



Per ottenere gli indicatori necessari all'applicazione del modello è stato adottato un approccio **expert based**: è stato somministrato un **questionario** creato *ad hoc* a più di 100 esperti con background e afferenze differenti (ecologia, biologia, scienze forestali e agroforestali, pianificazione urbanistica e territoriale, pedologia, etc.).

**INDICATORI DI INPUT DEL MODELLO
HABITAT QUALITY**

Approccio expert based per l'applicazione del modello di InVEST sulla
biodiversità.

*Required

INEA
ISTITUTO NAZIONALE
DI ECONOMIA AGRARIA

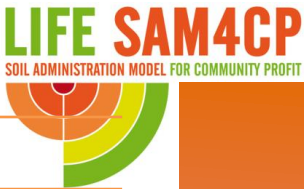
ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Nome e cognome *

Qualifica *



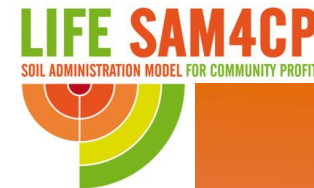
Habitat Quality



Categorie LULC	Corrispondenza CdN	Corrispondenza EUNIS
1. Spiagge, dune e sabbie	Ambienti connessi al litorale marino	(B – Coastal habitats)
2. Corpi idrici permanenti	Ambienti connessi alle acque dolci e salmastre	(C – Inland surface waters)
3. Zone umide	Torbiere e paludi	(D – Mires, bogs and fens)
4. Praterie	Cespuglieti e prati	(E – Grasslands and lands dominated by forbs, mosses or lichens)
5. Cespuglieti	Cespuglieti e prati	(F – Heathland, scrub and tundra)
6. Foreste di latifoglie	Boschi	(G1-G2-G4p.p. – Woodland, forest and other wooded land)
7. Foreste di conifere	Boschi	(G3-G4p.p. – Woodland, forest and other wooded land)
8. Aree interne con vegetazione scarsa o assente	Rupi e brecciai	(H – Inland unvegetated or sparsely vegetated habitats)
9. Superfici agricole a uso intensivo	Ambienti antropizzati	(I1.1-I1.2-I1.4 – Regularly or recently cultivated agricultural, horticultural and domestic habitats)
10. Superfici agricole a uso estensivo	Ambienti antropizzati	(I1.3- I1.5– Regularly or recently cultivated agricultural, horticultural and domestic habitats)
11. Edifici e altre aree artificiali o impermeabilizzate	Ambienti antropizzati	(J1- J3-J4-J5-J6 – Constructed, industrial and other artificial habitats)
12. Aree aperte urbane	Ambienti antropizzati	(J2 – Constructed, industrial and other artificial habitats; I2 – Cultivated areas of gardens and parks)



Habitat Quality



Minacce considerate:

Rete stradale (assi viari principali)

Rete stradale (assi viari secondari)

Rete stradale (strade urbane)

Strade sterrate

Rete ferroviaria

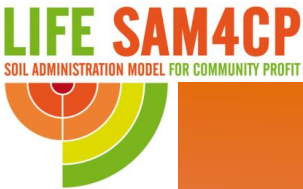
Superfici agricole (uso intensivo)

Superfici agricole (uso estensivo)

Edifici e altre aree artificiali o impermeabilizzate (esclusa la rete stradale)

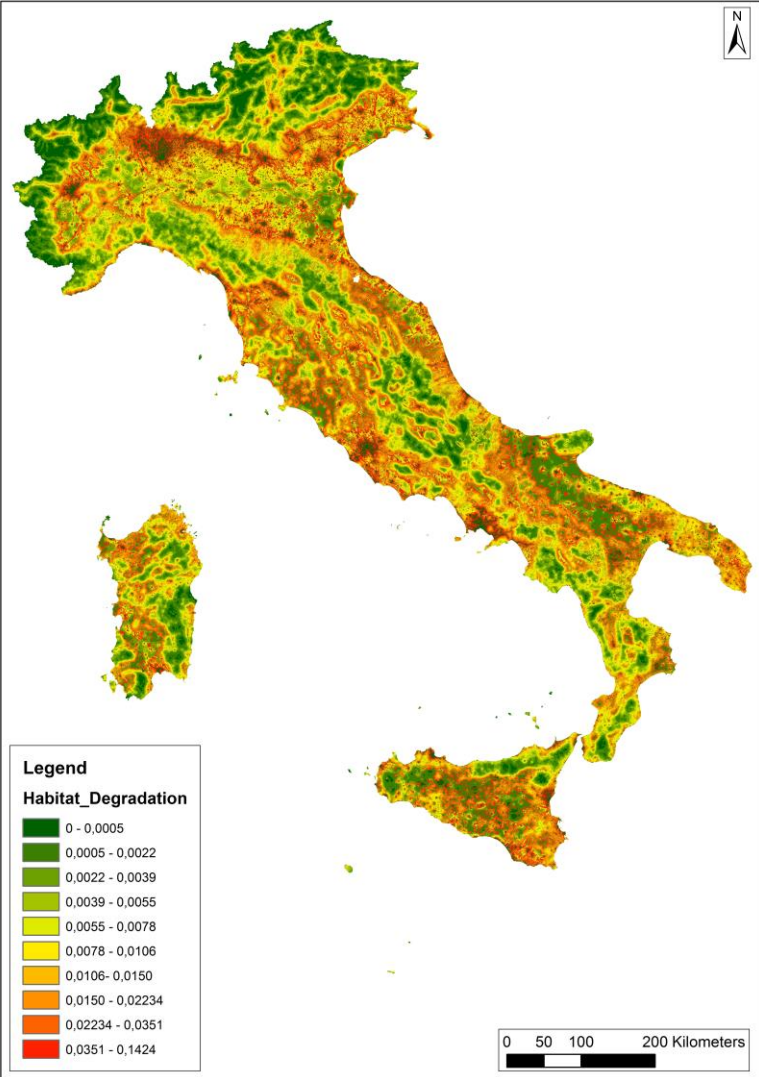
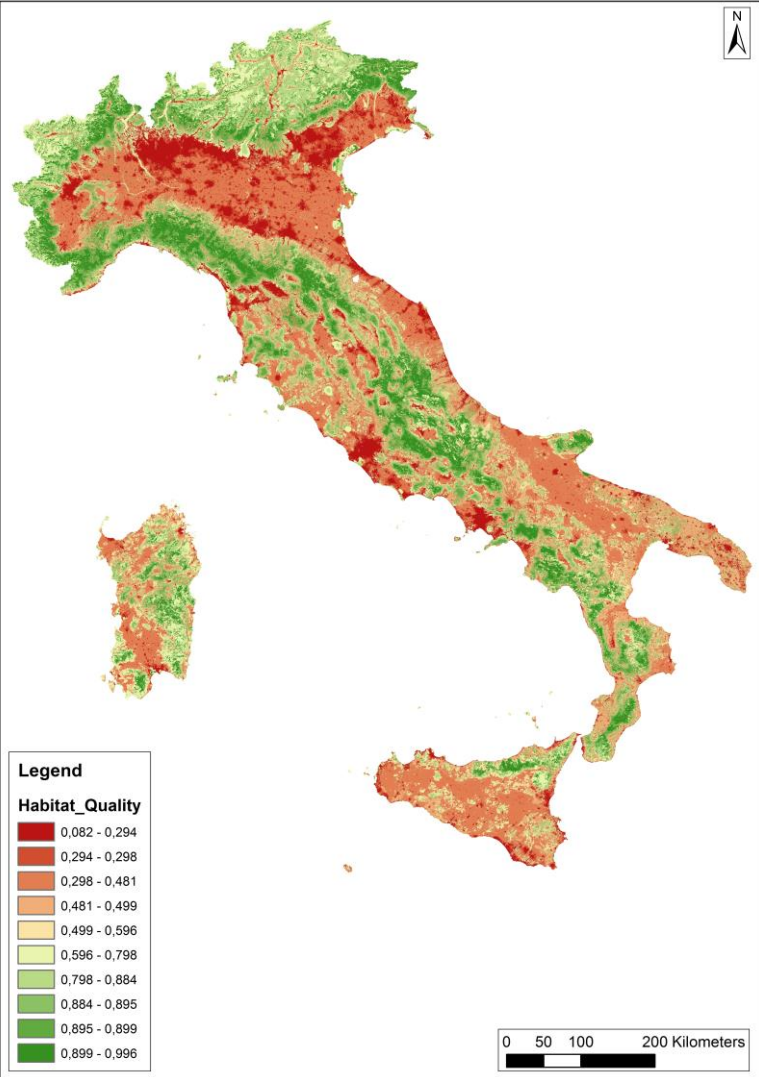


Habitat Quality - output



Quality

Degradation



Carbon Storage

- Il sequestro e lo stoccaggio del carbonio è un servizio che il suolo svolge di fondamentale importanza per la **biodiversità** e per la mitigazione e adattamento ai **cambiamenti climatici**.
- Le aree urbane, oltre ad essere una minaccia per la risorsa suolo, sono le maggiori fonti di emissione dei gas serra di origine antropica (*Greenhouse Gas*), stimati fra il 40 e l'85% del totale (Satterthwaite et al., 2008).
- La perdita di suolo causata dallo sviluppo urbano è la principale causa della diminuzione dello stock di carbonio (Hutyra et al., 2011).

Carbon Storage and Sequestration



biomassa epigea

sostanza organica morta
(necromassa + lettiera)

biomassa ipogea

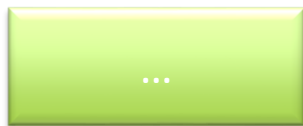
suolo

Carbon Storage

	C biomassa epigea	C biomassa ipogea	C suolo	C S. organica morta
1. Superfici artificiali
2. Superfici agricole
3. Superfici forestali



Sallustio L., Quatrini V., Geneletti D., Corona P., Marchetti M., 2015. *Assessing land take by urban development and its impact on carbon storage: Findings from two case studies in Italy*. Environmental impact assessment review, September 2015.

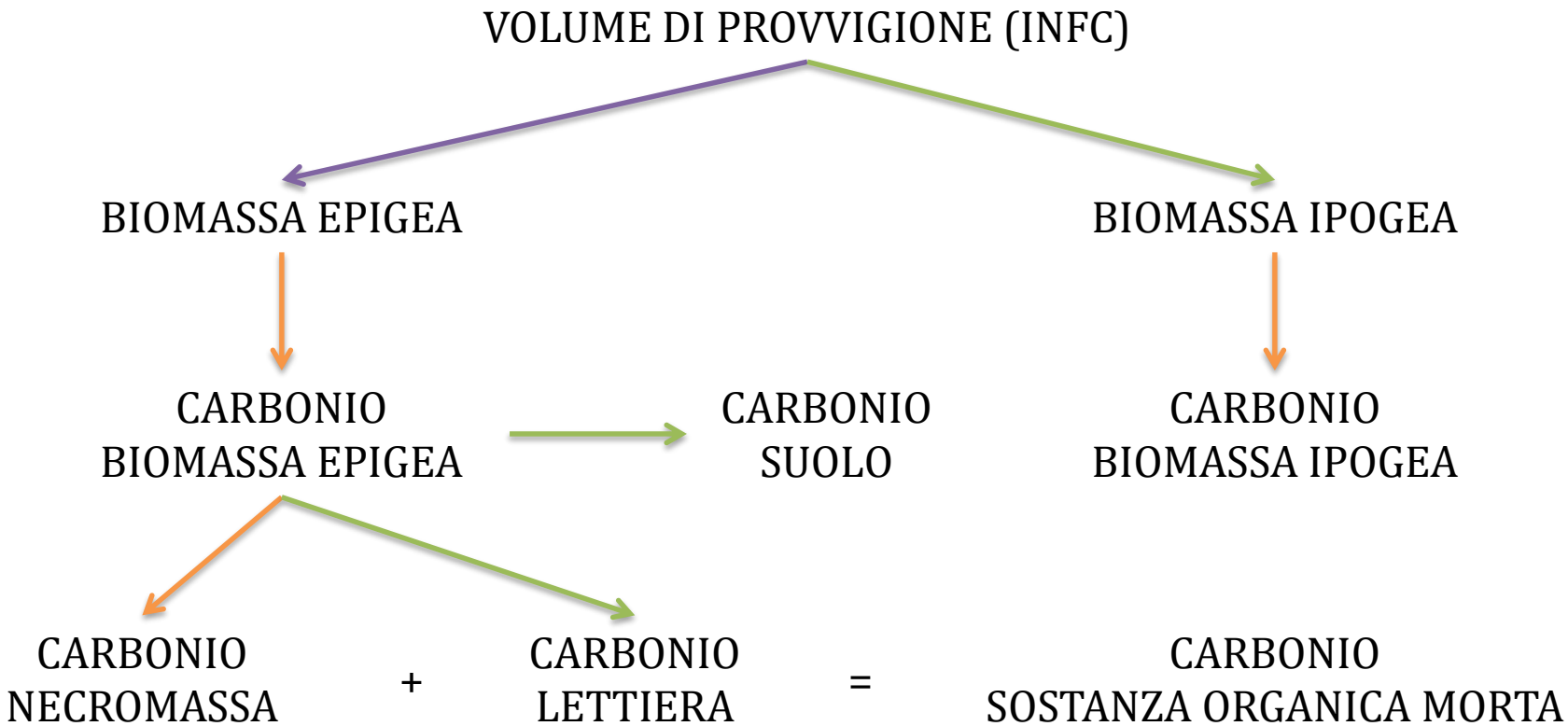


INFC – Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio.



SIAS – Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo. Fumanti F., Di Leginio M., 2006.

Carbon Storage



Di Cosmo, L., Gasparini, P., Tabacchi, G. (2016). *A national-scale, stand-level model to predict total above-ground tree biomass from growing stock volume*. Forest Ecology and Management, 361, 269–276.



Vitullo M., De Lauretis R., Federici S., 2008. *La contabilità del carbonio contenuto nelle foreste italiane*. SILVAE. Focus, anno III n° 9.



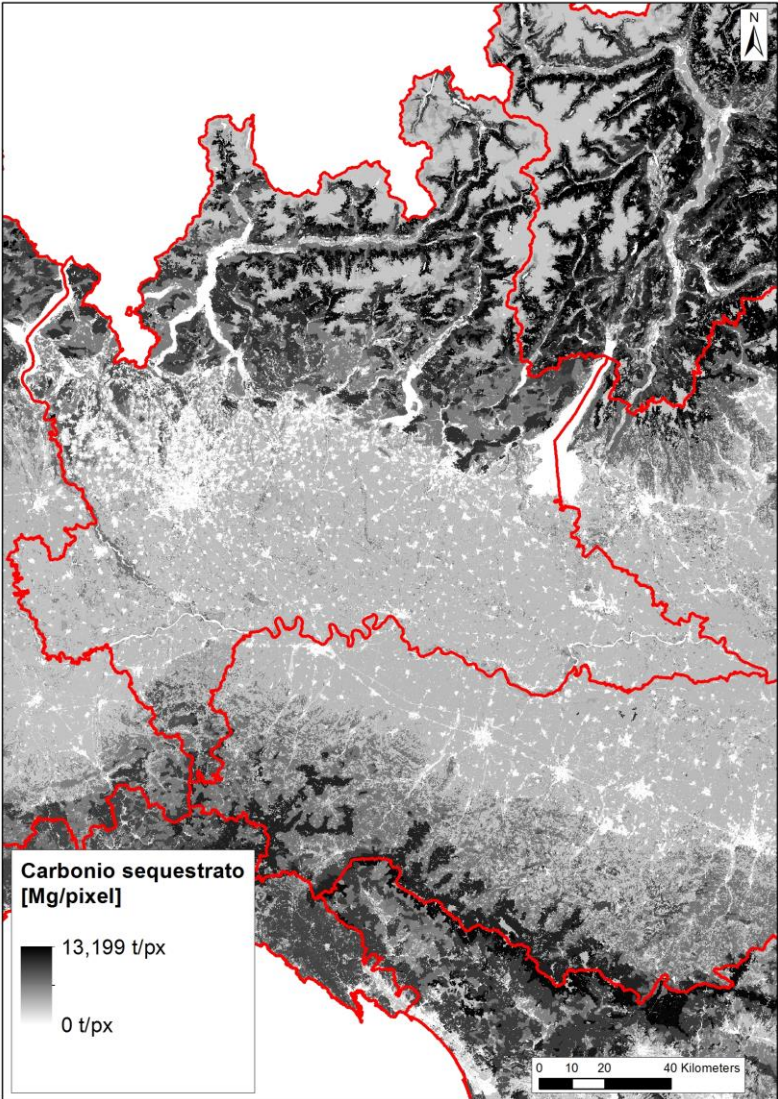
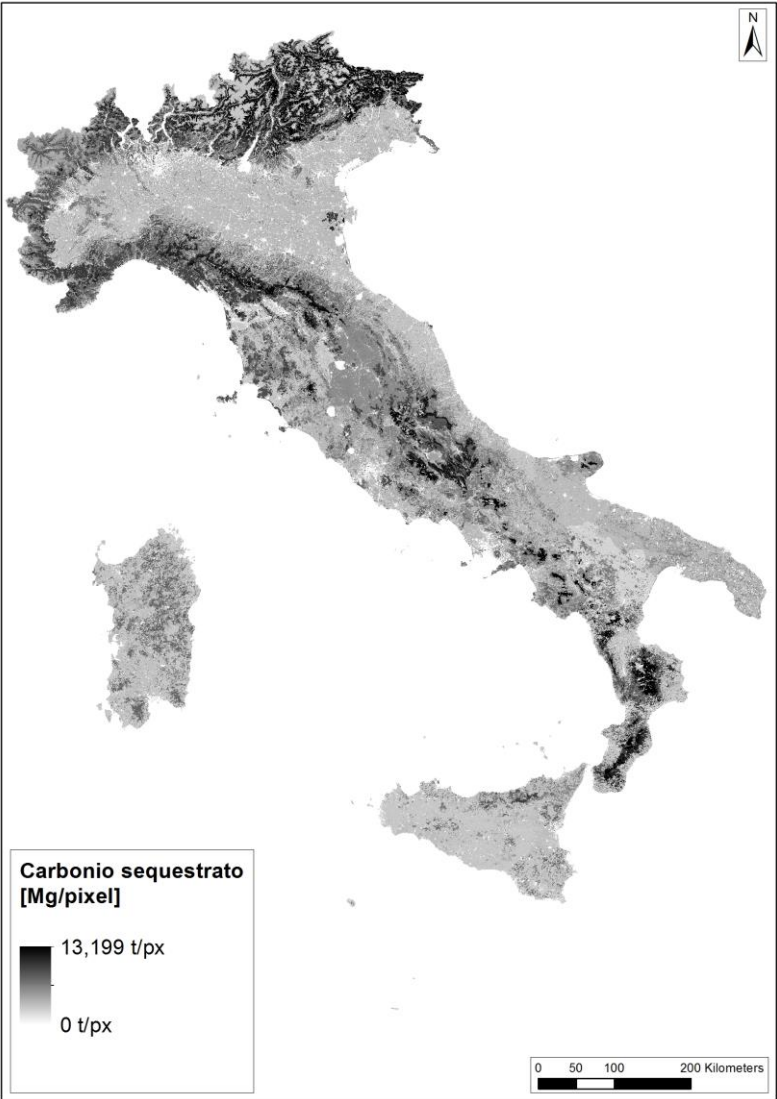
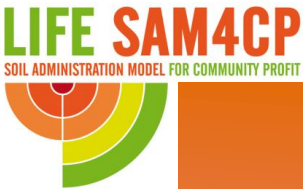
National Inventory Report, 2012. ISPRA.



Carbon Storage - output

Italia

Lombardia



Pollination

- L'impollinazione è un servizio ecosistemico fondamentale per la produttività di moltissime colture. La fecondazione delle piante e, conseguentemente, la produzione di cibo, dipendono in gran parte dalle specie impollinatrici selvatiche.
- Il 9,2% delle specie di api europee sono attualmente minacciate dall'estinzione (IUCN, 2015). Senza di esse molte specie di piante si estinguerebbero e gli attuali livelli di produttività potrebbero essere mantenuti solamente ad altissimi costi attraverso l'impollinazione artificiale.

Pollination

Selezione delle specie impollinatrici (api e bombi)

Sono state considerate le specie più comuni a livello nazionale ma, vista la grande varietà e distribuzione di impollinatori, non si esclude una selezione specifica in base all'area di interesse.

Dati relativi alle specie:

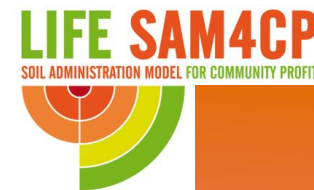
- Habitat
- Periodo di attività
- Distanza di volo
- Altitudine
(0 – 800 m, 800 – 1600 m, 1600 – 2100 , > 2100 m)

Dati relativi all'uso del suolo:

- Disponibilità per le specie
- Dati sui pollini (periodo e abbondanza)
- Ecoregione
(alpina, continentale, mediterranea)



Pollination



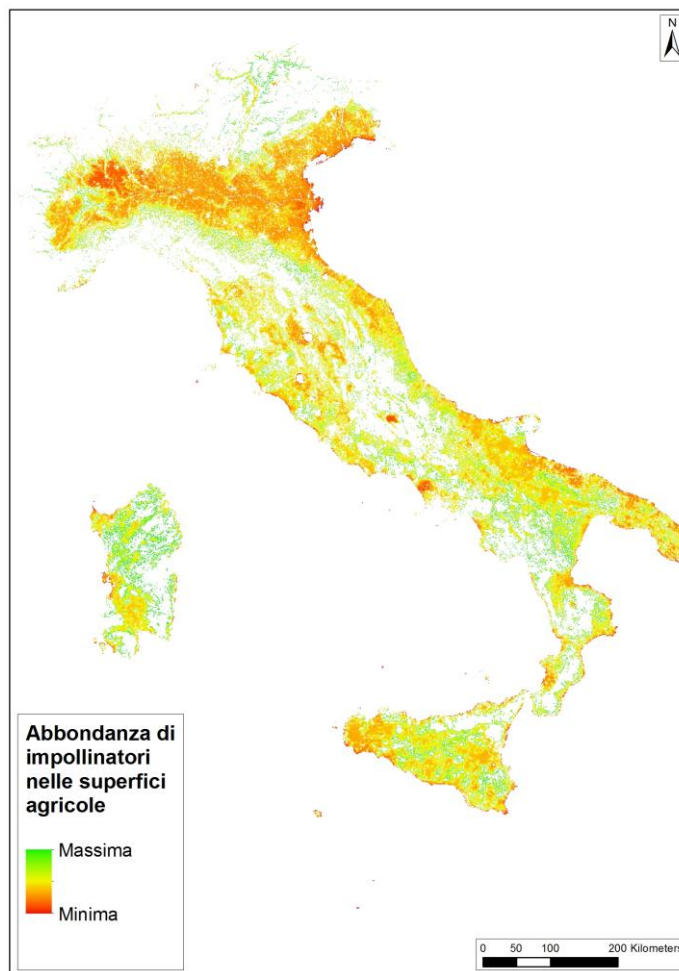
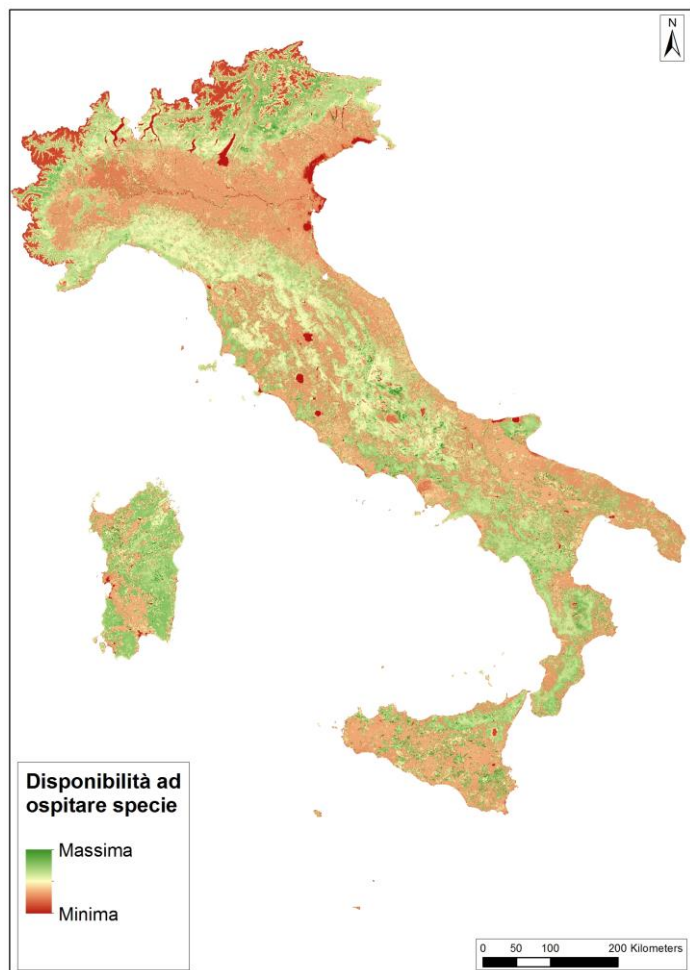
Specie considerate

Andrena (Agandrena) agilissima	Eucera (Eucera) nigrescens
Andrena (Euandrena) bicolor	Halictus (Hexataenites) scabiosae
Andrena (Plastandrena) carbonaria	Halictus (Hexataenites) sexcinctus
Andrena (Simandrena) dorsata	Halictus (Tytthalictus) maculatus
Andrena (Zonandrena) flavipes	Heriades (Heriades) truncorum
Andrena (Andrena) morio	Hoplitis (Hoplitis) adunca
Andrena (Micrandrena) minutuloides	Hoplitis (Hoplitis) anthocopoides
Andrena (Melandrena) nigroaenea	Hylaeus (Hylaeus) angustatus
Andrena (Notandrena) nitidiuscula	Hylaeus (Hylaeus) communis
Andrena (Chlorandrena) taraxaci	Hylaeus (Paraprosopis) clypearis
Anthidium (Anthidium) manicatum	Lasioglossum (Evylaeus) calceatum
Anthophora (Lophanthophora) dispar	Lasioglossum (Lasioglossum) leucozonium
Anthophora (Anthophora) plumipes	Lasioglossum (Dialictus) nitidulum
Bombus (Megabombus) hortorum	Lasioglossum (Evylaeus) pauxillum
Bombus (Thoracobombus) humilis	Lasioglossum (Dialictus) villosulum
Bombus (Melanobombus) lapidaries	Megachile (Chalicodoma) parietina
Bombus (Bombus) lucorum	Megachile (Eutricharaea) rotundata
Bombus (Thoracobombus) pascuorum	Osmia (Osmia) bicornis
Bombus (Pyrobombus) pratorum	Osmia (Helicosmia) caerulescens
Bombus (Megabombus) ruderatus	Osmia (Helicosmia) cornuta
Bombus (Bombus) terrestris	Osmia (Helicosmia) leaiana
Ceratina (Ceratina) cucurbitina	Panurgus (Panurgus) calcaratus
Colletes succinctus	Stelis (Stelidomorpha) nasuta
Dasypoda (Dasypoda) altercator	Tetraloniella (Tetraloniella) salicariae
Eucera (Eucera) longicornis	Xylocopa (Xylocopa) violacea

Pollination – output (200 m)

Indice di abbondanza basato sulla quantità di risorse floreali e sulla disponibilità delle classi di uso del suolo ad ospitare le specie di impollinatori

Indice di abbondanza di impollinatori che potenzialmente potrebbe raggiungere le superfici agricole



Crop Production

- La produzione agricola è alla base della gestione del territorio essendo dominante rispetto agli altri usi antropici del suolo, il territorio agricolo ricopre infatti quasi il 40% della superficie terrestre (FAO, 2009).
- Il rapporto fra produzione agricola, o più in generale fra il territorio agroforestale, e servizi ecosistemici è complesso rispetto ad altri servizi. Da una parte infatti l'agricoltura beneficia dei servizi forniti dal capitale naturale, dall'altra essa stessa può fornirne.

Crop Production

Test di diversi modelli

- CROSPAL
- APES
- APSIM
- EPIC/ArcAPEX
- GEPIC
- InVEST (crop production β version)

Modelli complessi basati su processi produttivi (input/output). Molto accurati ma che richiedono moltissimi dati in input e poco si prestano ad una valutazione ad ampia scala (regionale/nazionale)

Crop Production

Metodologia utilizzata:

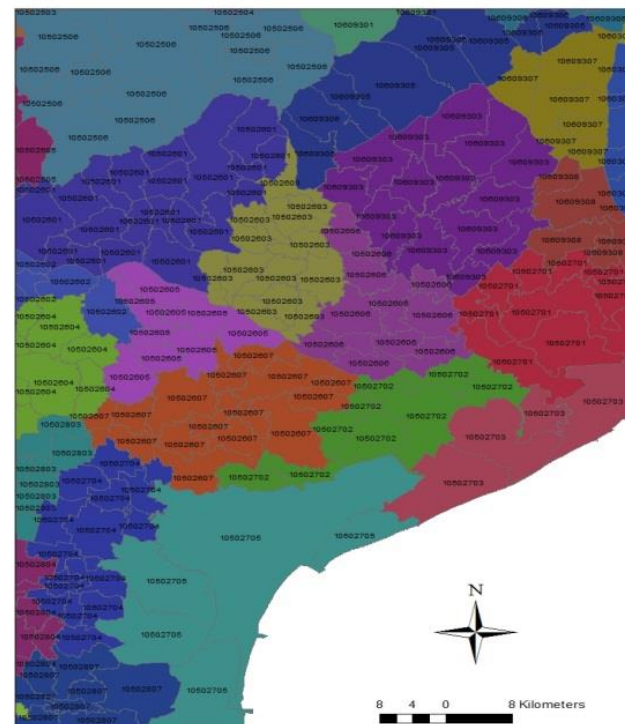
VAM (valore agricolo medio) → servizio di approvvigionamento
spazializzazione dei VAM proposti dall'Agenzia delle Entrate
suddivisi per regioni agrarie (seguendo lo schema di classificazione
definito da ISTAT), applicate a classi agricole di uso del suolo.

1. Creazione della Carta delle Regioni Agrarie (843 RA per tutta Italia).

Ogni Comune è identificato da un cod
numerico a 8 cifre: **1+ 2** cifre per il
Codice Regione ISTAT+ **3** cifre per il
Codice provincia ISTAT+ **2** cifre per il
numero della RA

Consumo di suolo agricolo: una valutazione economica

Filiberto Altobelli, Orlando Cimino, Flavio Lupia,
Andrea Strollo, Michele Munafò, Lorenzo
Sallustio, Marco Marchetti



Crop Production

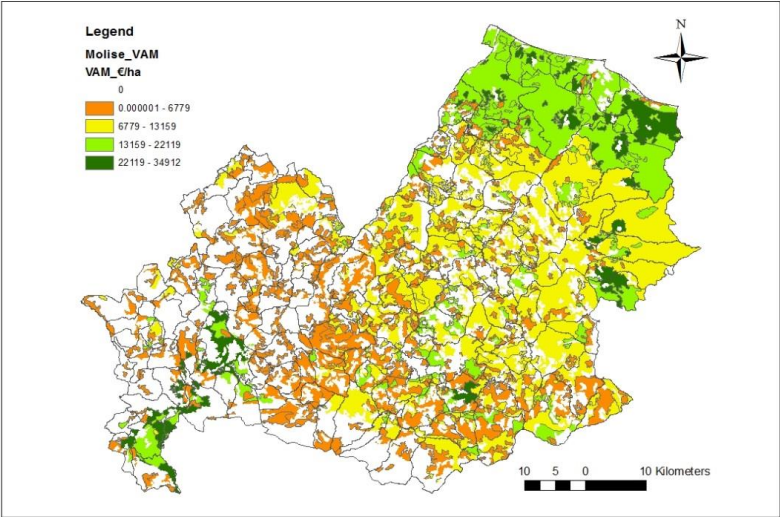
2. Associazione del VAM alle classi CLC per singola RA. il VAM attribuito alla classe CLC rappresenta la media di diverse classi colturali riconducibili a tale classe.

		L'AQUILA													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Classe CLC	Classe VAM	ALTO ATERNO E BACINO DI CAMPOTOSTO	MONTAGNA DI L'AQUILA	VERSANTE MERIDIONALE DEL GRAN SASSO	ALTOPIANO DI NAVELLI E DI PRATA D'ANSIDONIA	ALTOPIANO DI ROCCA DI MEZZO	MONTAGNA DELLA CONCA SUBEQUANA E DEL MEDIO ATERNO	ALTO TURANO ED ALTO SALTO	ALTOPIANO DEL FUCINO	VALLE PELIGNA	VALLE ROVETO	MONTAGNA DELLA MARSICA SUD-ORIENTALE	VALLE DEL SAGGITARIO	ALTIPIANI TRA SANGRO E GIZIO	ALTO SANGRO
211 - Colture intensive	SEMINATIVO ORTO	2770	5350	2520	3250	2430	3260	4780	13230	2910	3350	2430	1880	2260	2700
212 - Seminativi in aree irrigue	SEMINATIVO IRRIGUO	8490	15050	10940	11660	5840	9200	12990	19410	12270	12780	7380	5690	5740	5790
	ORTO IRRIGUO		47190	16840			42240		33630	29410					16320
	SEMINATIVO ARBORATO IRRIGUO		19190		16130		11240		25470	13570	12120	8600	5740		10580
221 - Vigneti	VIGNETO	7580	13570	15570	11080	6400	13890	5860	9150	13060	5990	8660	9710	10420	10420
	VIGNETO IRRIGUO									18230			11130		
222 - Frutteti e frutti minori	CASTAGNETO DA FRUTTO	3380	4680								5030				
	FRUTTETO		13890							5740			5740		

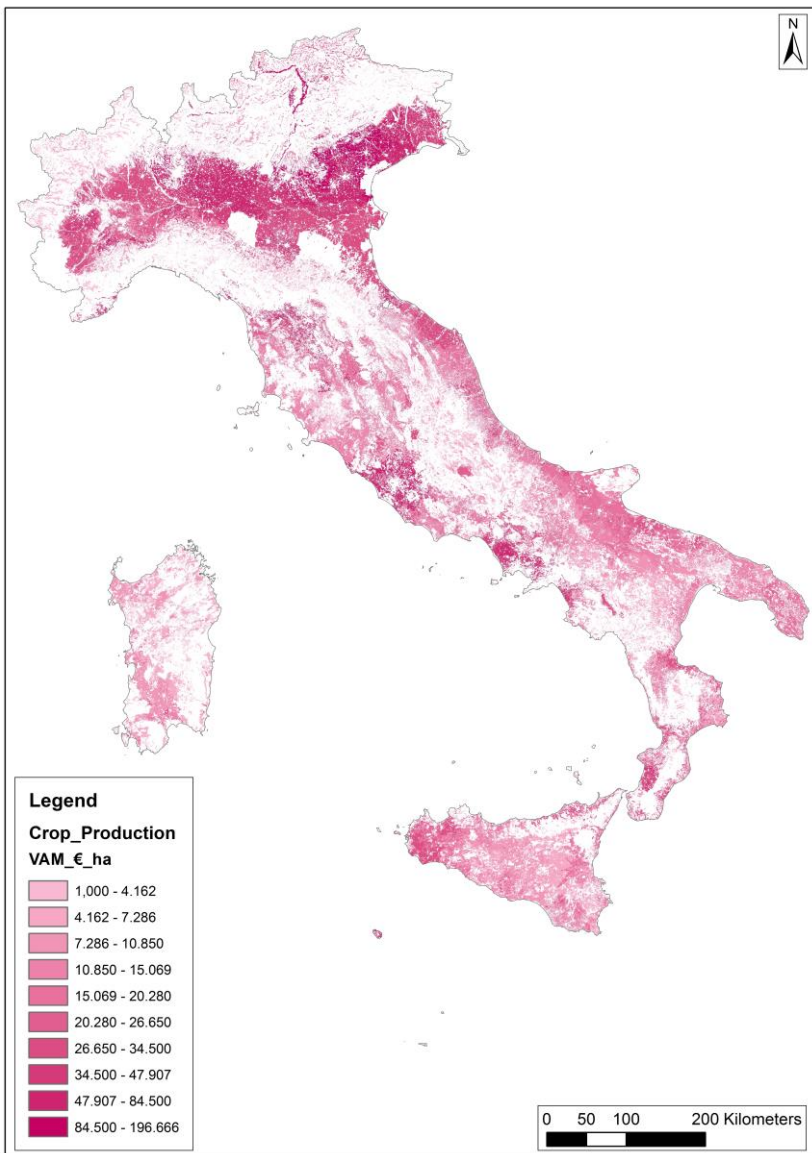
3. Taglio di CLC per le varie RA: codice CLC+ Codice RA

4. Creazione della mappa nazionale del VAM, tramite operazioni di join

N.B.: La stessa procedura è stata utilizzata per i boschi; miglioramento della metodologia sulla base di conti colturali (valori biofisici oltre che economici + aderenti al contesto locale)



Crop Production



- Valori potenziali
1 - 196mila Euro/ettaro
- Regioni Agrarie con
valori maggiori di
100mila Euro/ettaro
localizzati in Trentino-
Alto Adige e Veneto:
colture di pregio



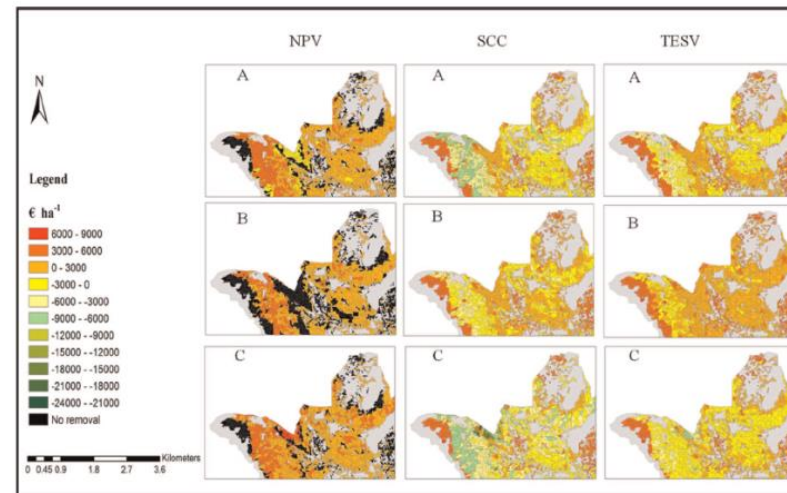
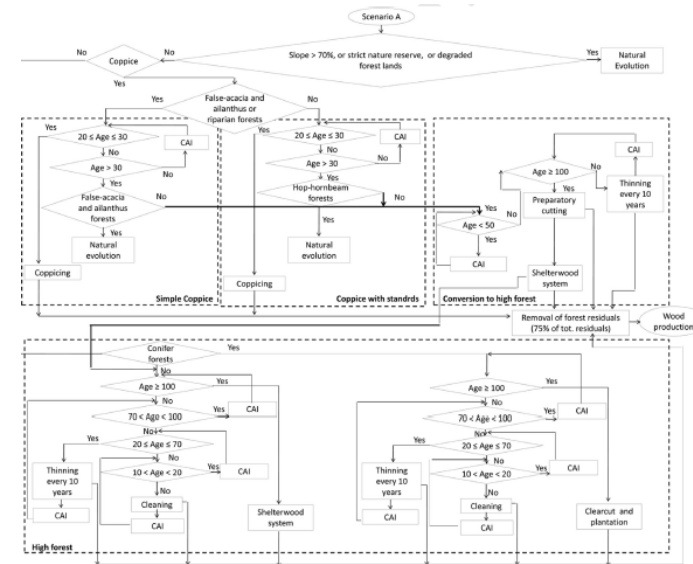
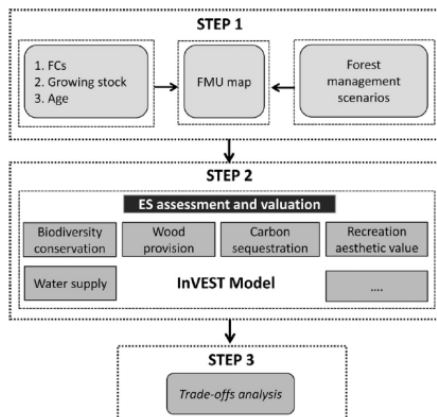
Timber Production



- La produzione legnosa, fornita dalle foreste, si annovera fra i Servizi Ecosistemici di Provisioning. L'andamento dei provisioning service, essenziali per la fornitura di materie prime quale il legname, è direttamente relazionato alla qualità del terreno e al mercato dei beni (Braat et al., 2008).
- Gestire l'intensità e la velocità di raccolta del legname è di fondamentale importanza per la preservazione di altri servizi ecosistemici quali habitat e biodiversità, sequestro e stoccaggio di carbonio, purificazione delle acque.

Timber Production

Il modello InVEST ben si presta per valutazione a scala comunale o di comprensorio, ma non si può prescindere da dati gestionali (piani di assestamento forestale) e cartografie di base accurate (carta della provvigione, carta dell'età del bosco, carta dei tipi forestali (e tipi strutturali), particellare ecc.). Sulla base di questi è infatti possibile modellizzare scenari di gestione forestale nel tempo e prevedere il ritorno economico per le comunità locali (vedi es. Molise, Progetto MIMOSE)

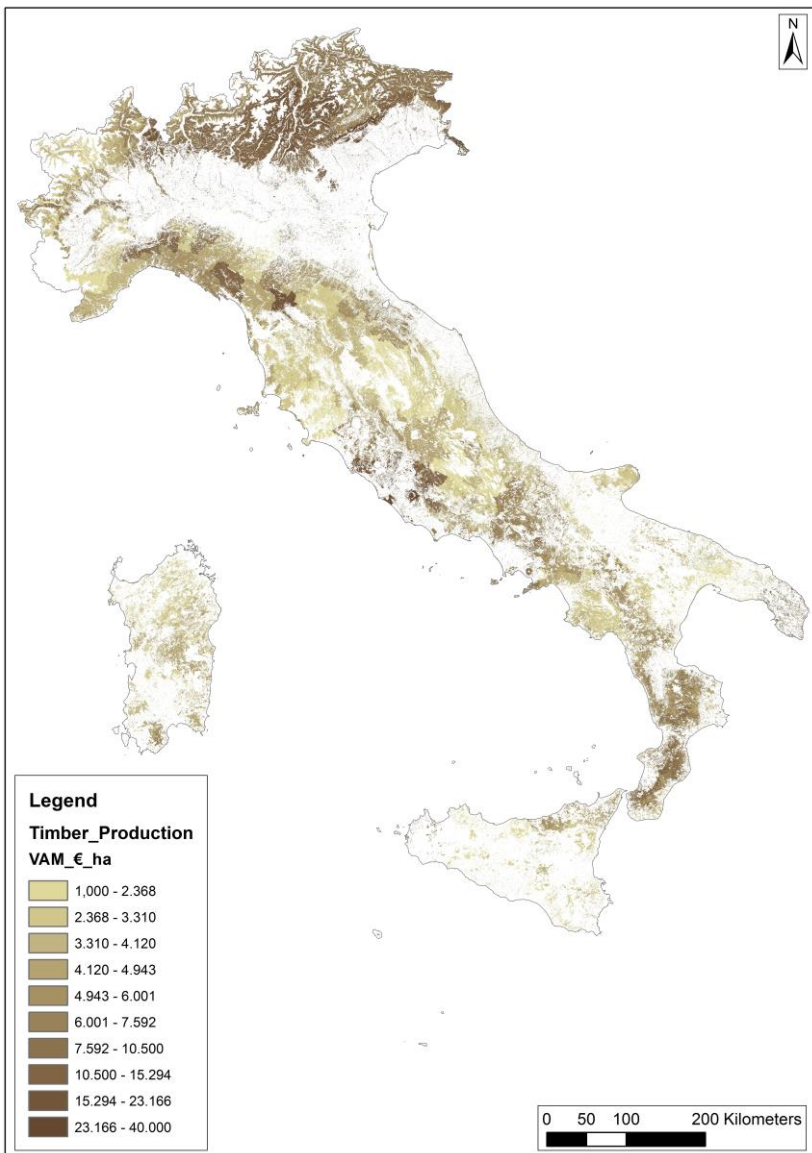


Timber Production



In assenza di dati accurati, ogni esercizio di modellistica sarebbe poco efficace e molto dispendioso. Al momento si è quindi preferito di privilegiare l'approccio dei VAM meno speculativo e di più facile implementazione anche a scala regionale e nazionale

Timber Production



- Sono stati considerati i boschi di latifoglie, di conifere e i boschi misti
- Valori potenziali
1 - 40mila Euro/ettaro
- I valori più elevati si riscontrano nelle Alpi Orientali, nella Pianura Padana e nelle aree naturali di Castel Fusano e Castel Porziano (RM)

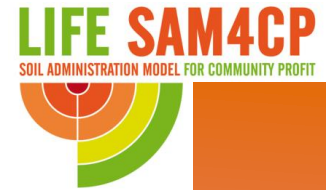
Sediment Retention

Per erosione idrica del suolo si intende l'asportazione della parte superficiale del terreno, la parte che risulta più ricca di sostanza organica, per mezzo dell'azione delle acque di ruscellamento superficiale e delle piogge. Per quanto il fenomeno dell'erosione idrica sia un processo naturale, questo può subire un'accelerazione a causa di alcune attività antropiche. Ciò comporta danni alla funzionalità del suolo, alla produzione agricola e in generale all'ambiente.

La rimozione della parte superficiale del suolo ricca di sostanza organica ne riduce, anche in modo rilevante, la produttività e può portare, nel caso di suoli poco profondi, a una perdita irreversibile di terreni coltivabili (ISPRA, 2013).



Sediment Retention

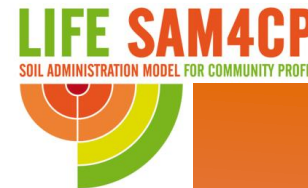


I risultati della RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) sono forniti dal Joint Research Centre (mappa raster con risoluzione di 250m).

Per analizzare l'impatto dei singoli usi del suolo sul servizio ecosistemico sono stati utilizzati i singoli parametri dell'equazione (R , K , c , p) in modo tale da poter applicare il modello di InVEST.



Sediment Retention



$$V = R * K * LS * c * p$$

V = stima del tasso di perdita di suolo medio

R = fattore di erosività della pioggia (raster – 500m)

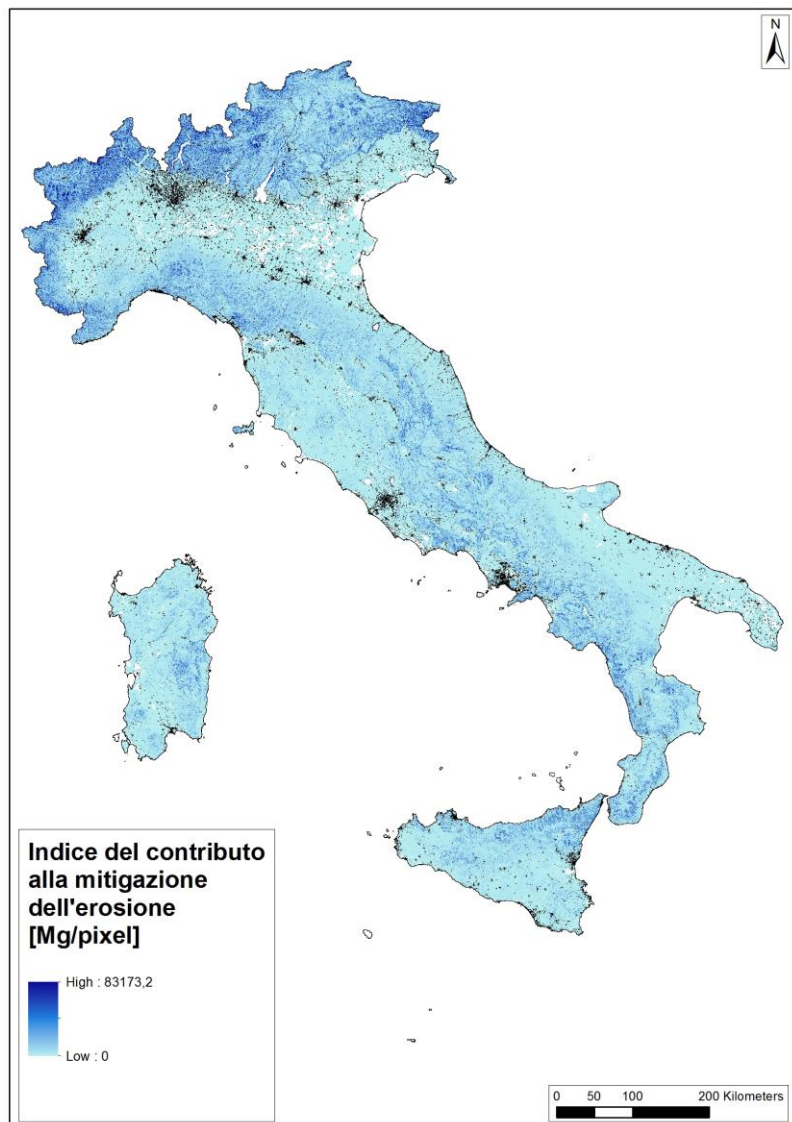
K = fattore di erodibilità del suolo (raster – 500m)

LS = fattore di pendenza (Digital Elevation Model – 20m)

c = fattore di coltivazione (raster – 250m, da attribuire alle classi di uso del suolo)

p = fattore di pratica colturale (raster – 250m, da attribuire alle classi di uso del suolo)

Sediment Retention – output (200 m)



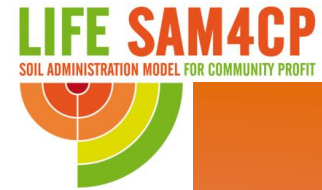
- Valori molto elevati dove c'è maggiore erosione (zone montuose)
- Superfici impermeabili escluse dall'analisi
- *NoData* ottenuti dal modello in alcune zone pianeggianti

Nutrient Retention

- Gli ecosistemi acquatici e terrestri funzionali concorrono a filtrare e decomporre reflui organici immessi che giungono nelle acque interne e negli ecosistemi costieri e marini, contribuendo così alla fornitura di acqua potabile (MEA 2005).
- Le foreste naturali contribuiscono ad una qualità superiore delle acque, con meno sedimenti e meno inquinanti rispetto a quelle provenienti da bacini sprovvisti di foreste (Dudley & Stolton 2003).
- In letteratura, generalmente, si semplifica la valutazione considerando solo il contributo degli ecosistemi terrestri. La capacità di rimozione di inquinanti dalle acque dipende, oltre che dalla funzionalità ecosistemica, dalle quantità e tipologia di inquinanti organici, dalla distribuzione e estensione delle fonti inquinanti e dal regime idraulico nel bacino (es. precipitazioni, scorrimento superficiale, portate medie di bacino).
- Spesso si fa riferimento alla rimozione di nitrati e fosfati poiché sono gli elementi più diffusi nei reflui domestici e agricoli e particolarmente deleteri per la potabilità dell'acqua e l'eutrofizzazione dei laghi



Nutrient Retention

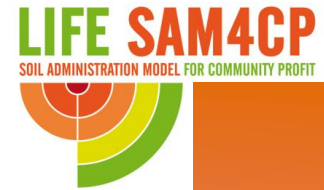


Dati di input:

- DEM
- Uso del suolo
- Bacini idrografici
- Root restricting layer depth
- Precipitazioni
- Plant Available Water Content (PAWC). Frazione d'acqua che può essere immagazzinata nel suolo e disponibile per le piante
- Average annual potential evapotranspiration (PET). Perdita potenziale di acqua dal suolo sia per evaporazione che per traspirazione dell'erba medica
- Dati biofisici. Tabella che associa, ad ogni classe di uso del suolo:
 - massima profondità delle radici delle piante
 - K_c , il coefficiente di evapotraspirazione delle piante
 - $load_n / load_p$, carico annuale di azoto e fosforo
 - eff_n / eff_p , valore tra 0 e 1 che indica la capacità di filtraggio della vegetazione



Nutrient Retention



- Inquinanti: azoto e fosforo
- Le uniche fonti del carico di N e P_2O_5 nel suolo sono le superfici agricole
- Selezione di una coltura di riferimento per le classi agricole
- Carta di uso del suolo a 200 m per il dettaglio grossolano di alcuni dati
- Da migliorare a livello locale con le specifiche coltivazioni presenti nell'area di interesse

Nutrient Retention – Output (200 m)

N

P₂O₅

