



greenchange



LIFE17 NAT/IT/00619 GREENCHANGE

Green infrastructures for increasing biodiversity in Agro Pontino and Maltese rural areas



DELIVERABLE A1.1

Azione A1 - Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici
nelle aree naturali, agricole e agricolo/forestali nell'Agro
Pontino e di Malta

Date:

30.11.2019

Version:

02.00

Sommario

ABSTRACT - ITA	3
ABSTRACT - EN	6
Introduzione.....	9
Metodologia.....	9
AGRO PONTINO	12
Individuazione e mappatura degli ecosistemi	12
Premessa	12
Aggiornamento cartografico scala 25:000	13
Individuazione ecosistemi.....	13
Valutazione degli ecosistemi.....	24
Individuazione e mappatura dei servizi ecosistemici	29
Valutazione del S.E. Produzione Agricola.....	35
Valutazione del S.E. Stoccaggio di carbonio	37
Valutazione del S.E. Mantenimento di habitat e specie	40
Valutazione del S.E. Depurazione delle acque.....	48
Valutazione dei S.E. culturali.....	50
Dalla valutazione dei servizi ecosistemici all'individuazione di opzioni di intervento.....	54
L'analisi di vulnerabilità e resilienza.....	54
Dalle dinamiche agli obiettivi.....	59
MALTA.....	60
Individuazione e mappatura degli ecosistemi	60
Premessa	60
Aggiornamento cartografico scala 25:000	61
Individuazione ecosistemi.....	64
Mappatura e Valutazione dei servizi ecosistemici.....	70
Valutazione del S.E. Stoccaggio di carbonio	70
Valutazione dei S.E. culturali.....	71
ALLEGATI	73

ABSTRACT - ITA

Il documento riporta gli esiti delle attività di mappatura e valutazione degli ecosistemi e dai servizi da essi forniti, condotta sperimentando un downscaling del metodo applicato nell'ambito del processo MAES (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*) proposto a livello europeo in risposta alla Strategia per la biodiversità 2020. Il lavoro è stato condotto

Il lavoro di individuazione, MAPPATURA E CLASSIFICAZIONE DEGLI ECOSISTEMI è stato fatto per aggregazione di classi di uso del suolo. Per l'Agro pontino l'operazione è stata effettuata sia a scala territoriale (1:25.000) che alla scala dei progetti dimostrativi (1: 5.000); per Malta, non conoscendo ancora l'effettiva localizzazione dei progetti dimostrativi, è stata effettuata a scala 1:10.000 comprendendo il quadrante nord di Malta e l'intera isola di Gozo.

Avendo riscontrato in entrambi i casi delle carenze nella cartografia di base, è stato necessario in via preliminare provvedere all'aggiornamento delle carte di uso del suolo esistenti e/o alla produzione ex novo di dataset di risoluzione adeguata.

Nel caso dell'Agro Pontino il lavoro di individuazione e classificazione degli ecosistemi è stato effettuato sulla base di due modelli:

- A. La CARTA DEGLI ECOSISTEMI D'ITALIA per l'individuazione degli ecosistemi naturali
- B. La CARTA DELLE UNITÀ ECOSISTEMICHE DELLA RETE ECOLOGICA MONTI LEPINI, AUSONI E AURUNCI (Valle et alii, 2010), per l'individuazione degli ecosistemi agricoli.

La classificazione degli ecosistemi adottata ha inteso soprattutto valorizzare il ruolo degli elementi di naturalità residua all'interno del mosaico rurale che, combinati con interventi di riqualificazione ambientale all'interno della matrice agricola intensiva, possano evolvere come patterns diffusi a scala di paesaggio in grado di favorire i processi ecologici e mantenere vitali nel tempo popolazioni e comunità biologiche (Giunti et alii, 2009).

Ne è risultato per l'Agro Pontino un elenco di 5 ecosistemi naturali e semi-naturali, 2 ecosistemi umidi. 5 agro-ecosistemi incluse le fasce arboree (cioè residui di fasce frangivento a volte in evoluzione) – distinti in considerazione del livello di input idrico/chimico/meccanico normalmente associato alle relative colture - e 3 sistemi artificiali, tra cui le serre.

Nell'area studio maltese, la classificazione adottata deriva da quella individuata per l'Agro Pontino con alcuni adeguamenti in funzione delle diverse caratteristiche ambientali.

Ecosistemi naturali e seminaturali	Ecosistemi forestali naturali
	Ecosistemi naturali arbustivi
	Ecosistemi forestali semi-naturali
	Ecosistemi naturali e semi-naturali erbacei
	<i>Ecosistemi casmofitici comofitici glareicoli (Solo nel caso studio Maltese)</i>
	Ecosistemi naturali costieri
Ecosistemi Umidi	Ecosistemi umidi lentic
	Ecosistemi umidi lotici
Agro-ecosistemi	Fasce arboree
	Agro-ecosistemi delle colture annuali
	<i>Agro-ecosistemi a basso input con un alto contenuto di naturalità (Solo nel caso studio Maltese)</i>
	Agro-ecosistemi arborei a basso input
	<i>Agro-ecosistemi arborei ad altro input idrico (Solo nel caso Pontino)</i>
	Agro-ecosistemi arborei ad alto input chimico

Sistemi Artificiali	Sistemi serricoli
	Ecosistemi artificiali ad alta naturalità
	Sistemi urbani

Per la VALUTAZIONE DEGLI ECOSISTEMI è stato selezionato un metodo in grado di registrare - almeno potenzialmente - una qualche variazione della capacità del territorio di fornire servizi ecosistemici sia alla scala delle aree di intervento che alla scala territoriale, in funzione delle opere previste, di eventuali scenari per una loro replicazione, nonché dei cambiamenti che attraverso successive azioni di progetto si auspica di indurre in termini di sostenibilità delle pratiche agricole. La metodologia adottata si basa sull'individuazione delle cosiddette "aree agricole ad alto valore naturale" e nell'attuarela si è inteso tenere in considerazione: le tipologie colturali prevalenti (e implicitamente i livelli di input meccanico, chimico e idrico), la presenza di elementi naturali lineari (intesi quali corridoi ecologici potenziali) e gli eventuali regimi di protezione ambientale.

L'operazione successiva ha riguardato la VALUTAZIONE DI SERVIZI ECOSISTEMICI resi dagli ecosistemi individuati selezionati tra quelli individuati secondo la classificazione CICES 5.1 (EEA, 2018) in quanto ovvero forniti dalla matrice ambientale, potenzialmente impattati dalle azioni di progetto e "quantificabili" attraverso indicatori accessibili e di facile aggiornamento:

- Produzione agricola a scopo alimentare (1.1.1.1),
- Impollinazione (2.2.2.1) – *solo aree maltesi*,
- Conservazione di habitat e specie (2.2.2.3),
- Capacità di depurazione dell'acqua attraverso processi biologici (2.2.5.1), intesa come capacità di fitodepurazione offerta dai sistemi ripariali lungo il reticolo della bonifica - *solo Aree Pontine*;
- Capacità di regolazione della composizione chimica dell'atmosfera (2.2.6.1), intesa come stoccaggio del carbonio nel suolo e nella vegetazione;
- Servizi culturali connessi all'interazione diretta con l'ambiente naturale (3.1), intesi come opportunità di fruizione del paesaggio rurale e dei suoi valori.

Il processo di valutazione è stato effettuato in modo quantitativo e/o qualitativo, a scala territoriale e/o alla scala dei progetti dimostrativi in base alle informazioni disponibili. L'obiettivo perseguito nel primo caso era pervenire a risultati confrontabili con esperienze e situazioni analoghe, sono stati pertanto applicati – al momento in via preliminare - due tra gli strumenti (Neugarten et alii, 2018) più diffusi in ambito internazionale il software "InVEST" e il modello "TESSA", dove ciò non era possibile sono stati adottati metodi predisposti ad hoc.

	Pontine areas		Maltese areas	
	Territorial	Dem.projects	Territorial	Dem.projects
1.1.1.1 Prod. agricola	---	Questionari Tessa modificati	---	(1)
2.2.2.1 Impollinazione	---	---	---	(1)
2.2.2.3 Conservazione Habitat	InVEST – modulo Habitat Quality	InVEST– modulo Habitat quality	---	(1)
2.2.5.1 Fitodepurazione	---	Bilancio di Azoto	---	---
2.2.6.1 Stoccaggio del carbonio	InVEST– modulo Carbon Storage	InVEST – modulo Carbon Storage	InVEST– modulo Carbon Storage	(1)
3.1 SE culturali da interazione diretta	InVEST – Modulo Recreation	Metodo proprio	Metodo proprio	(1)

(1) Rinvio a dopo l'individuazione formale delle aree di intervento

Inoltre, allo scopo di supportare l'identificazione di obiettivi prioritari e opzioni di intervento da promuovere attraverso lo strumento del Patto per la biodiversità è stato sperimentalmente applicati un ulteriore metodo di valutazione qualitativa denominato Analisi di vulnerabilità e resilienza (Cossu et alii, 2015).

ABSTRACT - EN

The deliverable illustrates the results of the action A.1, focused on the downscaling of the MAES method (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) proposed at European level in response to the 2020 biodiversity strategy.

The work of identifying, MAPPING AND CLASSIFYING ECOSYSTEMS was done by aggregating land use classes. For the Pontine Agro it was performed both on a territorial scale (1: 25,000) and on the scale of the demonstration projects (1: 5,000); for Malta, being still unknown the actual location of the demonstration projects, it was carried out at a scale of 1: 10,000, including the north quadrant of Malta and the island of Gozo.

Having found in both cases shortcomings in the geographic information available, it was necessary first to update the existing land use maps and to produce an adequate resolution dataset.

In the case of the Pontine Agro, the identification and classification of ecosystems was carried out, basing on two main references:

- A. The Italian Ecosystems Map (Blasi et alii, 2017), reference for the identification of the natural ecosystems - the original classes were simplified and aggregated.
- B. The Ecosystem units for the Ecological Network of the Lepini-Ausoni-Aurunci Mountains (Valle et alii, 2010), reference for the identification of the rural ecosystem.

The adopted classification intended to enhance the role of the residual natural elements within the rural mosaic which, combined with environmental improvements of the intensive agricultural matrix, could evolve as widespread landscape patterns able to support ecological processes and biological communities over time (Giunti et alii, 2009).

For the Pontine Agro, the result is a list of 5 terrestrial natural and semi-natural ecosystems, 2 wetland ecosystems. 5 agro-ecosystems and 3 artificial systems.

The Ecosystems classification adopted in the Maltese study area derives from the one identified for the Pontine Agro with some adjustments according to the different environmental characteristics.

Natural and Semi-natural Ecosystems	Natural Forest Ecosystems
	Natural Shrubland ecosystems
	Semi-natural Forest Ecosystems
	Grassland Ecosystems
	<i>Chasmophytic Comophytic ecosystems (Only in Maltese Case Study)</i>
	Coastland Ecosystems
Wetland Ecosystems	Lentic Ecosystems
	Lotic Ecosystems
Agro-ecosystems	Tree belts
	Annual crops Agroecosystems
	<i>Agroecosystems with significant areas of natural vegetation (Only in Maltese Case Study)</i>
	Low chemical input Orchard Agroecosystems
	<i>High water demand Orchard Agroecosystems (Only in Pontine Agro)</i>
	High chemical input Orchard Agroecosystems
Artificial Systems	Greenhouses agrosystems
	Artificial, non-agricultural vegetated Ecosystems
	Urban systems

The ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS aims at recording any variation in the capacity of the territory to provide ecosystem services depending on the environmental improvements envisaged, on scenarios for their replication, on changes that the project actions are hoped to induce in terms of sustainability of agricultural practices.

The methodology adopted is based on the identification of the so-called "high natural value agricultural areas", considering: the prevailing crops (meaning the typical level of mechanical/chemical input and water demand), the presence of linear natural elements as potential ecological corridors and any environmental protection regimes.

Concerning the EVALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES, the attention was focused on 5 selected from the CICES 5.1 list (EEA, 2018) as they are provided by the environmental matrix, potentially impacted by the project actions and "quantifiable" through accessible and easily updated indicators, they are:

- Cultivated terrestrial plants grown for nutritional purposes (1.1.1.1),
- Pollination (2.2.2.1) – *Maltese case study only*,
- Maintaining nursery populations and habitats (2.2.2.3),
- Regulation of the chemical condition of freshwaters by living processes (2.2.5.1), focusing on the phyto-purification capacity offered by the riparian systems – *Pontine Agro case study only*,
- Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans (2.2.6.1), focusing on carbon storage,
- Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting (3.1), focusing on the opportunities to enjoy the rural landscape and its values.

The evaluation was carried out quantitatively and/or qualitatively, at territorial and/or demonstrative project scale according to the information available. In the first case, to pursue the comparability of results with similar experiences and situations, the tools applied were two of the most popular: the "InVEST" software and the "TESSA" model. Where these tools could not be implemented specific methods were developed on purpose.

In the Maltese case some elaborations are postponed until the identification of the farms hosting the demonstrative project.

	Pontine areas		Maltese areas	
	Territorial	Dem.projects	Territorial	Dem.projects
1.1.1.1 Cropping	---	Tessa questionnaires modified	---	(1)
2.2.2.1 Pollination	---	---	---	(1)
2.2.2.3 Habitat maintenance	InVEST – Habitat Quality module	InVEST– Habitat quality module	---	(1)
2.2.5.1 Phytoremediation capacity	---	Nitrogen mass balance	---	---
2.2.6.1 Carbon storage	InVEST– Carbon Storage module	InVEST – Carbon Storage module	InVEST– Carbon Storage module	(1)
3.1 Cultural ESs from direct interaction	InVEST – Recreation module	Own method	Own method	(1)

(2) Postponed after the identification of the farms hosting the demonstrative project

Furthermore to support the identification of priorities and intervention options to be promoted during the later steps of the project (through the "Pact for biodiversity") another kind of

qualitative analysis was experimented following a method called "Vulnerability and Resilience Analysis" (Cossu et alii, 2015).

INTRODUZIONE

Il presente rapporto descrive i passaggi operativi e i risultati dell'azione A1 "Mappatura e la valutazione dei servizi ecosistemici". L'azione fa parte delle attività preparatorie del progetto ed è stata svolta in collaborazione dai partner U-Space (responsabile), Poliedra, MIEMA.

Il documento prevede un'introduzione comune dedicata alla metodologia e due sezioni distinte in cui sono mappati, descritti e valutati gli ecosistemi e i principali servizi ecosistemici da essi svolti in Agro Pontino e a Malta.

Nel caso dell'Agro Pontino l'analisi è stata condotta sia a livello territoriale, in scala 1: 25.000 che a livello delle singole aree-progetto interessate dagli interventi dimostrativi, in scala 1:5.000.

Nel caso maltese, non essendo state ancora individuate le aree destinate a ospitare i progetti dimostrativi l'analisi è stata condotta per il momento a livello territoriale, in scala 1:10.000.

METODOLOGIA

Coerentemente con quanto descritto nell'Application Form, l'azione A.1 ha visto il *downscaling* del processo MAES (*Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*) proposto a livello europeo in risposta alla Strategia per la biodiversità 2020 (Target 2, Azione 5)¹.

Nel rispetto dei 4 passaggi metodologici principali del processo MAES lo schema che segue evidenzia gli adattamenti resi necessari in funzione del passaggio di scala, dalla scala vasta tipica delle analisi di livello nazionale, ad una di dettaglio; delle caratteristiche del territorio, prevalentemente agricolo e diffusamente urbanizzato; degli obiettivi specifici dell'azione A1 nell'ambito del progetto Greenchange, cioè fornire elementi utili a definire struttura e caratteristiche delle infrastrutture verdi da realizzare e successivamente a monitorare la loro efficacia in termini di potenziamento dei servizi ecosistemici (SE).

MAES		GREENCHANGE	
Fasi principali del processo	Approccio standard	Approccio Greenchange	Specificità operative
IDENTIFICAZIONE ECOSISTEMI	Esistono una mappa europea degli ecosistemi basata su <i>Corine Land Cover</i> ed approfondimenti dei singoli stati membri. La scala di analisi è generalmente 1:100.000 o inferiore. L'analisi si concentra tipicamente sugli	La scala di analisi è duplice: - scala di paesaggio (1:25.000) per il territorio Pontino e Maltese - scala di intervento (1:5.000) per le aree interessate dai progetti dimostrativi. L'analisi si concentra sugli agroecosistemi (e	È stato necessario l'aggiornamento delle Carte di Uso del Suolo esistenti e la realizzazione di carte di dettaglio relative alle aree interessate dai progetti dimostrativi.

¹ <https://biodiversity.europa.eu/maes>

	ecosistemi naturali, individuati a partire dagli habitat e/o dalle associazioni vegetazionali.	gli ecosistemi umidi nel caso dell'Agro pontino), individuati ex novo a partire dagli usi del suolo.	
ANALISI E VALUTAZIONE ECOSISTEMI	L'analisi è finalizzata a definire azioni di conservazione e priorità di intervento nel quadro della Strategia Europea per la Biodiversità 2020. La valutazione è legata alla presenza di specie ed habitat e a relativo stato di conservazione.	L'analisi alla scala di paesaggio è funzionale a produrre una lettura della rete ecologica utile alla definizione degli strumenti di indirizzo per le politiche agricole e territoriali. L'analisi a scala di intervento è finalizzata alla progettazione di infrastrutture verdi atte a migliorare la funzionalità/connettività ecologica del territorio agricolo. La valutazione è legata in gran parte ad usi e pratiche.	Ai fini della valutazione degli agro-ecosistemi è stato messo a punto un metodo che tiene in considerazione: - tipologie colturali e metodo di conduzione, - presenza di elementi naturali lineari (corridoi ecologici potenziali), - regimi di protezione.
IDENTIFICAZIONE SERVIZI ECOSISTEMICI	Esiste una classificazione condivisa dei SE periodicamente aggiornata a cura dall'EEA. La versione corrente è CICES 5.1 pubblicata a gennaio 2018 ² .	Un'analisi preliminare/qualitativa di tutti i SE nell'elenco CICES 5.1 ha condotto all'individuazione di 5 SE strategici da approfondire. La selezione ha tenuto conto di: - significatività del servizio per il territorio, - disponibilità dei dati relativi ai descrittori, - potenziale impatto degli interventi dimostrativi sul servizio.	
VALUTAZIONE SERVIZI ECOSISTEMICI	Varie valutazioni su base monetaria sono state svolte a livello sperimentale per singole tipologie di ecosistemi ³ . Esistono programmi <i>open source</i> piuttosto diffusi che producono mappe di valutazione dei servizi ecosistemici.	Alcuni SE sono stati valutati con l'ausilio di programmi dedicati: TESSA e INVEST e restituiti sotto forma di mappe, per altri è stata messa a punto una metodologia specifica.	Nella prospettiva di poter valutare l'efficacia del progetto, si è ritenuto opportuno evidenziare le dinamiche che influenzano la capacità dei singoli ecosistemi di rendere i diversi servizi. Per l'Agro Pontino in via sperimentale è stata applicata anche una

² <https://cices.eu/>

³ V.di ad esempio progetto Life MAKING GOOD NATURA <http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu>

			metodologia nota come "analisi di vulnerabilità e resilienza".
--	--	--	--

AGRO PONTINO

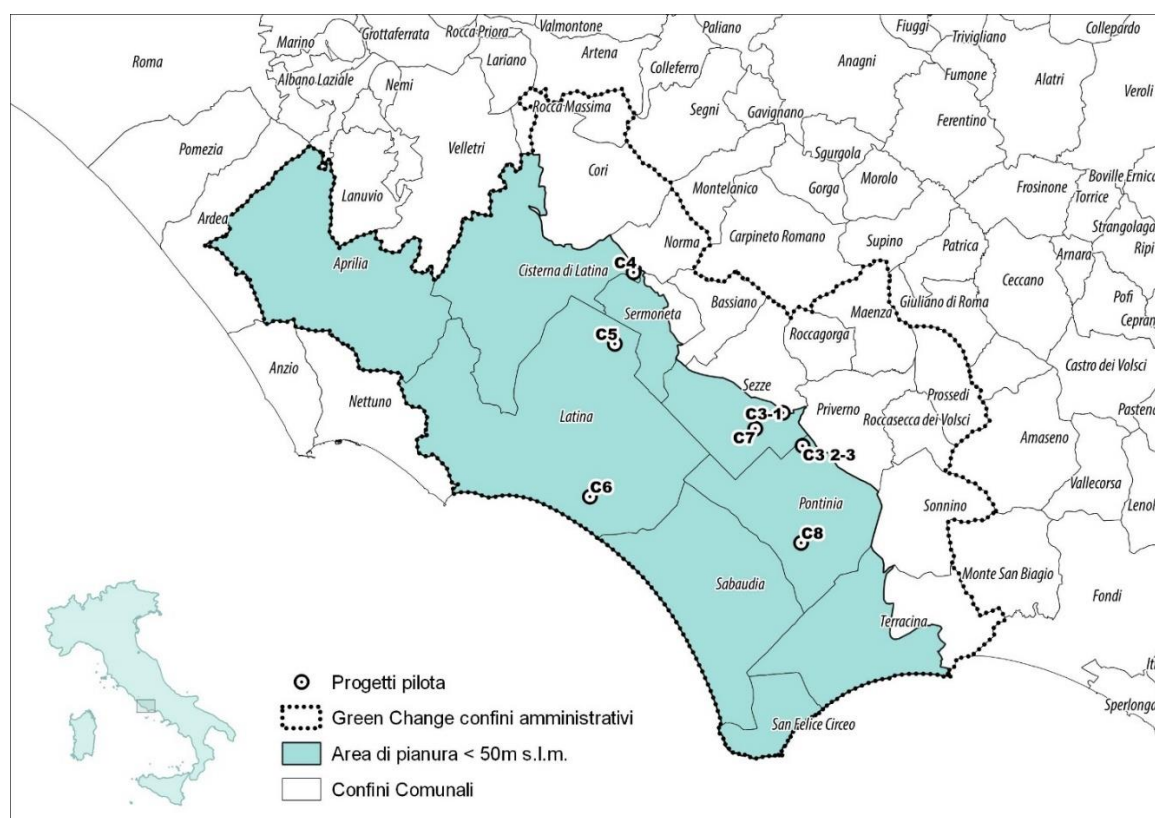
INDIVIDUAZIONE E MAPPATURA DEGLI ECOSISTEMI

Premessa

Come anticipato, il lavoro di individuazione, mappatura e classificazione degli ecosistemi è stato effettuato a due distinte scale:

- A scala territoriale (1:25.000): l'area di interesse è stata individuata considerando i limiti amministrativi dei comuni coinvolti nel progetto e la quota altimetrica <50 mt slm, con aggiustamenti finalizzati a garantire quanto possibile la continuità spaziale, ecologica e amministrativa.
- Alla scala dei progetti dimostrativi (1:5.000): l'area di interesse è stata individuata a partire dal perimetro delle aziende coinvolte considerando un buffer di ampiezza variabile in funzione delle caratteristiche dell'intervento e della localizzazione dello stesso rispetto ai confini aziendali.

Figura 1 Confini dell'area di studio Greenchange e localizzazione dei progetti dimostrativi



Aggiornamento cartografico scala 25:000

Poiché gli ecosistemi sono stati individuati tramite aggregazione di classi di uso del suolo, la loro individuazione ha richiesto un passaggio preliminare di aggiornamento della cartografia di base. Nella banca dati *open access* della Regione Lazio sono infatti disponibili più carte di uso del suolo non uniformemente aggiornate in termini di classificazione o geometria.

A seguito di riflessione all'interno del gruppo di lavoro, si è scelto di utilizzare come cartografia di partenza la "Carta delle formazioni naturali e seminaturali al IV e V livello del Corine Land Cover" pubblicata dalla Regione Lazio nel 2010⁴.

Si tratta di una base dati geografica redatta alla scala 1:25.000 che approfondisce al 4°-5° livello le classi naturali e seminaturali della Carta regionale Uso del Suolo (CUS) già elaborata dall'Assessorato Urbanistica e dunque restituisce un livello di approfondimento uniforme per le classi 1 e 2 (superfici artificiali e agricole utilizzate) e per le classi 3-4-5 (superfici naturali e seminaturali, ambienti umidi e corpi idrici) del *Corine Land Cover*.

Tuttavia, trattandosi di cartografia basata su foto satellitari risalenti al 2005/2006 è stato ritenuto necessario procedere ad un ulteriore aggiornamento, effettuato sia a livello di topografia che di classificazione.

Tale aggiornamento è funzionale a restituire dinamiche di intensivizzazione dell'agricoltura empiricamente riscontrate in Pianura Pontina negli ultimi 10 anni e considerate particolarmente rilevanti ai fini dell'analisi della funzionalità ecologica del territorio agricolo, con particolare riferimento alla diffusione delle colture in serra e dell'actinidia a scapito di seminativi, colture in pieno campo e arboree, come i vigneti.

Individuazione ecosistemi

Una volta predisposta una base dati idonea, l'individuazione degli ecosistemi si è svolta per aggregazione di classi di uso del suolo. Al fine di costruire classificazione degli ecosistemi ed una griglia di corrispondenza tra ecosistemi e classi CUS utile ai fini del progetto, è stato fatto riferimento a due modelli:

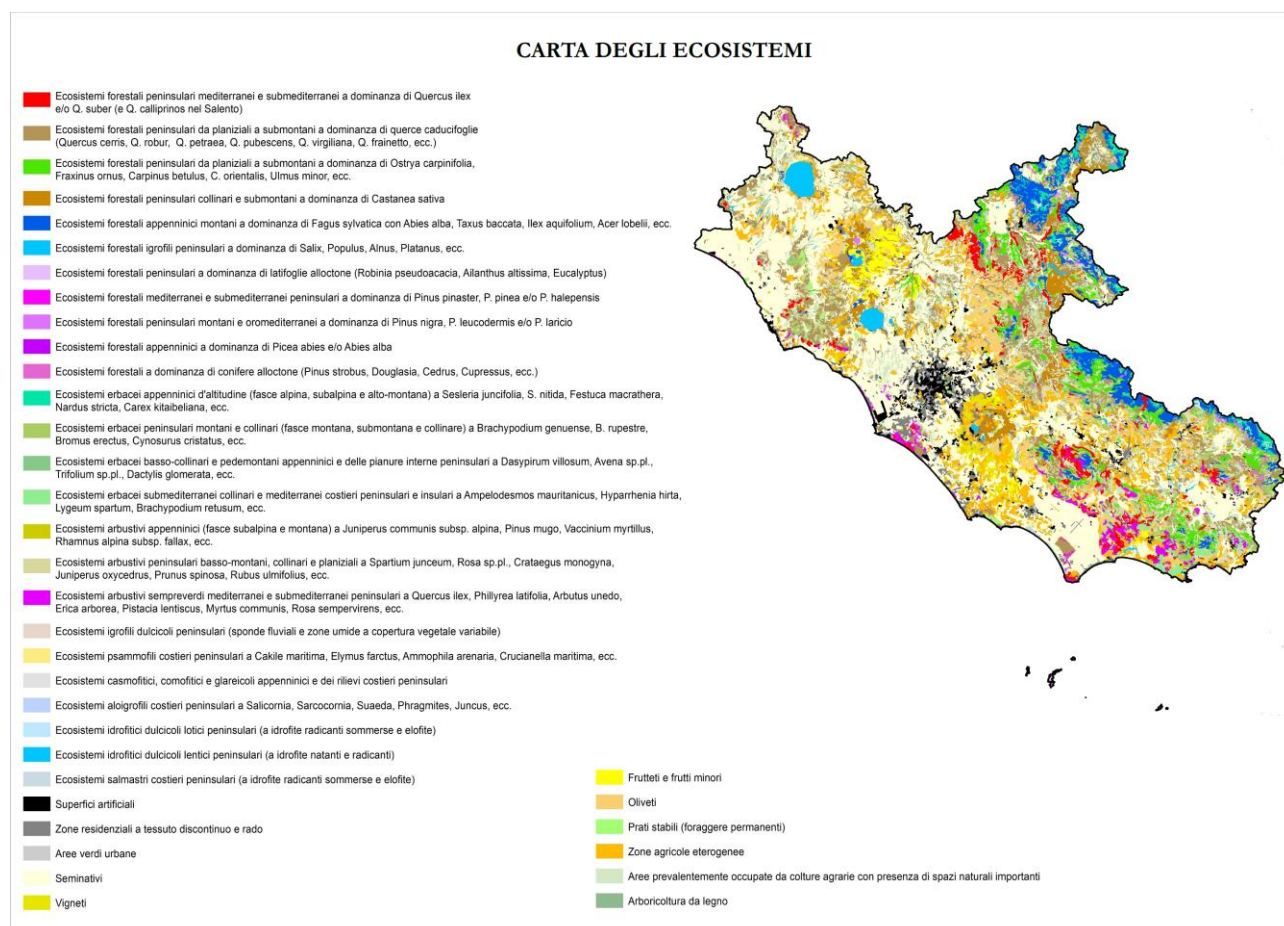
1. La CARTA DEGLI ECOSISTEMI D'ITALIA, per l'individuazione degli ecosistemi naturali (Blasi et alii, 2017)⁵

4 <http://dati.lazio.it/catalog/dataset/cus-lazio-approfondimento-delle-formazioni-naturali-e-seminaturali-iv-e-v-livello-corine-land-cover>

5 Blasi C., Capotorti G., Alós Ortí M. M., Anzellotti I., Attorre F., Azzella M. M., Carli E., Copiz R., Garfi V., Manes F., Marando F., Marchetti M., Mollo B., Zavattero L. (2017). Ecosystem mapping for the implementation of the European Biodiversity Strategy at the national level: The case of Italy. *Environmental Science and Policy*, 78: 173–184.

2. La CARTA DELLE UNITÀ ECOSISTEMICHE DELLA RETE ECOLOGICA MONTI LEPINI, AUSONI E AURUNCI (Valle et alii, 2010)⁶, poi rete ecologica provinciale, per l'individuazione degli ecosistemi agricoli.

Figura 2 Estratto Regionale della Carta degli Ecosistemi d'Italia (ftp://ftp.minambiente.it/PNM/Strategia_Nazionale_Biodiversita/Capitale_Naturale/Mappatura%20Ecosistemi_MAES/LAZIO/)



La Carta degli ecosistemi d'Italia realizzata in attuazione della strategia europea per la biodiversità è stata elaborata con una risoluzione spaziale di 1:100.000 attraverso sovrapposizione di cartografie di uso del suolo, bioclimate e vegetazione potenziale. È finalizzata prioritariamente all'individuazione su scala nazionale/regionale degli ecosistemi naturali da sottoporre a conservazione. Nella regione Lazio la carta individua 36 voci di legenda comprendenti tipi ecosistemici quali foreste e aree seminaturali, zone umide e corpi idrici e alcune classi di superfici artificiali e agricole.

Nell'elaborazioni Greenchange, gli ecosistemi naturali individuati dalla carta sono stati riprodotti⁷, ma al fine di pervenire ad un numero limitato di ecosistemi con denominazioni relativamente omogenee dal punto di vista terminologico, si è ritenuto opportuno semplificare la classificazione

⁶ Valle N., Perotto C., Perinelli E. (a cura di) (2010). Rete ecologica dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci. Gangemi.

⁷ Non è stato possibile reperire la tabella di corrispondenza classi CUS-ecosistemi utilizzata in ambito MAES, pertanto la stessa è stata "ricostruita" facendo in parte ricorso ad analisi spaziali.

originale (formulate sulla base delle associazioni vegetazionali prevalenti) e accorpate su base strutturale (es. forestale/arbustivo/erbaceo, naturale-seminaturale). Ne è risultato per Greenchange un elenco di 5 ecosistemi naturali e semi-naturali e 2 ecosistemi umidi.

La semplificazione attuata nonostante il *downscaling*, è giustificata dalle diverse finalità per cui gli ecosistemi sono stati individuati nella ricerca condotta a livello nazionale rispetto a Greenchange: se la prima focalizza l'attenzione sugli ecosistemi naturali con l'obiettivo ultimo di orientare le politiche di conservazione di habitat e specie, la seconda si concentra sugli ecosistemi agricoli (e in parte su quelli umidi, ma sempre in ambiti fortemente antropizzati) al fine di valorizzare la funzionalità ecologica degli elementi di naturalità residua all'interno del mosaico rurale. A questo fine risulta sufficiente un inquadramento degli ecosistemi che si limiti a macrocategorie strutturali esemplificative di dinamiche ecologiche ampie in cui è possibile identificare servizi ecosistemici riconducibili alle categorie CICES e su cui esista una base abbastanza consolidata di dati da cui attingere per la successiva valutazione.

La tabella che segue evidenzia la corrispondenza tra gli ecosistemi naturali e semi-naturali individuati nella carta degli Ecosistemi d'Italia/estratto Lazio e gli ecosistemi Greenchange.

Tabella 1 Corrispondenza tra gli ecosistemi Greenchange e gli ecosistemi naturali e semi-naturali individuati nella carta degli Ecosistemi d'Italia/estratto Lazio.

Carta degli Ecosistemi d'Italia	Greenchange
- Ecosistemi forestali peninsulari collinari e submontani a dominanza di <i>Quercus ilex</i> e/o <i>Q. suber</i> - Ecosistemi forestali peninsulari da planiziali a submontano a dominanza di querce caducifoglie (<i>Quercus cerris</i>, <i>Q. robur</i>, <i>Q. petraea</i>, <i>Q. pubescens</i>, <i>Q. virgiliana</i>, <i>Q. frainetto</i>, ecc.) - Ecosistemi forestali peninsulari submontani a dominanza di <i>Ostrya caripifolia</i>, <i>Fraxinus ornus</i>, <i>Carpinus betulus</i>, <i>C. orientalis</i>, <i>Ulmus minor</i>, ecc. - Ecosistemi forestali peninsulari collinari e submontani a dominanza di <i>Castanea sativa</i>	Ecosistemi forestali naturali
- Ecosistemi arbustivi peninsulari basso-montani, collinari e planiziali a <i>Spartium junceum</i>, <i>Rosa sp.pl.</i>, <i>Crataegus monogyna</i>, <i>Juniperus oxycedrus</i>, <i>Prunus spinosa</i>, <i>Rubus ulmifolius</i> - Ecosistemi arbustivi sempreverdi mediterranei e submediterranei peninsulari a <i>Quercus ilex</i>, <i>Phillyrea latifolia</i>, <i>Arbutus unedo</i>, <i>Erica arborea</i>, <i>Pistacia lentiscus</i>, <i>Myrtus communis</i>, <i>Rosa sempervirens</i>, ecc.	Ecosistemi naturali arbustivi
- Ecosistemi forestali peninsulari a dominanza di latifoglie alloctone (<i>Robinia pseudoacacia</i>, <i>Ailanthus altissima</i>, <i>Eucalyptus</i>) - Ecosistemi forestali mediterranei e submediterranei peninsulari a dominanza di <i>Pinus pinaster</i>, <i>P. pinea</i> e/o <i>P. halepensis</i> - Ecosistemi forestali a dominanza di conifere alloctone (<i>Pinus strabus</i>, <i>Douglasia</i>, <i>Cedrus</i>, <i>Cupressus</i>, ecc.)	Ecosistemi forestali semi-naturali
- Ecosistemi erbacei submediterranei collinari e	Ecosistemi naturali e semi-naturali erbacei

mediterranei costieri peninsulari e insulari a <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> , <i>Hyparrhenia hirta</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Brachypodium retusum</i> , ecc. - Ecosistemi erbacei basso-collinari e pedemontani appenninici e delle pianure interne peninsulari a <i>Dasypirum villosum</i> , <i>Avena sp.pl.</i> , <i>Trifolium sp.pl.</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , ecc.	
- Ecosistemi psammofili costieri peninsulari a <i>Cakile maritima</i> , <i>Elymus farctus</i> , <i>Ammophila arenaria</i> , <i>Crucianella maritima</i> , ecc. - Ecosistemi casmofitici, comofitici e glareicoli appenninici e dei rilievi peninsulari - Ecosistemi aloigrofilici costieri peninsulari a <i>Salicornia</i> , <i>Sarcocornia</i> , <i>Suaeda</i> , <i>Phragmites</i> , <i>Juncus</i> , ecc.	Ecosistemi naturali costieri
- Ecosistemi igrofilici dulcicoli peninsulari (sponde fluviali e zone umide a copertura vegetale variabile) - Ecosistemi forestali igrofilici peninsulari a dominanza di <i>Salix</i> , <i>Populus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Platanus</i> , ecc.	Ecosistemi umidi lentic Ecosistemi umidi lotici

La Carta delle unità Ecosistemiche è stata redatta ai fini dell'individuazione di ambiti ecologico – funzionali omogenei ai quali riferire le analisi strutturali effettuate nell'ambito della Rete ecologica monti Ausoni Aurunci poi ripresa a scala provinciale.

La corrispondenza "classi CUS-unità ecosistemiche" e le denominazioni relative agli agroecosistemi sono state in parte riprese, salvo gli scostamenti dovuti ad una diversa classificazione degli usi del suolo di partenza (meno aggiornata e approfondita al III/IV livello quella provinciale rispetto a quella Greenchange).

Come conseguenza è stato possibile proporre una maggiore articolazione degli agroecosistemi arborei e erbacei individuati a scala provinciale. In particolare, è stato evidenziato il ruolo degli impianti serricoli, che nelle elaborazioni della rete ecologica provinciale non erano distinguibili in quanto compresi all'interno degli "agroecosistemi erbacei". Inoltre è stato possibile eliminare alcune unità ecosistemiche risultate, dopo l'aggiornamento cartografico, non più presenti o così poco significative da poter essere assimilate ad altri agroecosistemi (come le aree agricole eterogenee e gli agroecosistemi con alberi sparsi). Infine, le unità afferenti alle superfici urbanizzate sono state raggruppate in quanto non oggetto di approfondimento.

A parità di risoluzione spaziale rispetto al modello, per Greenchange sono stati quindi evidenziati 5 agro-ecosistemi, incluse le fasce arboree (cioè residui di fasce frangivento a volte in evoluzione) e 3 sistemi artificiali, tra cui le serre.

La tabella che segue evidenzia la corrispondenza tra gli agro-ecosistemi individuati nella carta delle unità ecosistemiche della Provincia di Latina e gli agro-ecosistemi Greenchange.

Tabella 2 Corrispondenza tra gli ecosistemi Greenchange e gli agroecosistemi individuati nella carta delle unità ecosistemiche della Provincia di Latina.

Carta delle Unità Ecosistemiche	Greenchange
- 10 fasce arboree	- Fasce arboree
- 7 agroecosistemi erbacei	- Agro-ecosistemi delle colture annuali
- 9 agroecosistemi con alberi sparsi	
- 8 agroecosistemi arborei	- Agro-ecosistemi arborei a basso input
- 11 aree agricole eterogenee	
- 8 agroecosistemi arborei	- Agro-ecosistemi arborei ad alto input idrico
	- Agro-ecosistemi arborei ad alto input chimico
- 7 agroecosistemi erbacei	- Sistemi serricoli
- 6 aree verdi urbane	- Ecosistemi artificiali ad alta naturalità
- 1 aree urbanizzate dense	- Urbano
- 2 aree urbanizzate rade	
- 3 viabilità	
- 4 zone estrattive, discariche, cantieri e insediamenti produttivi	
- 5 zone verdi artificiali non agricole	

Vale la pena sottolineare che nell'aggregazione delle classi CUS ai fini della classificazione degli agroecosistemi si è cercato di distinguere le tipologie colturali in funzione della loro "biopermeabilità" cioè della possibilità delle specie vegetali e animali di poter utilizzare l'agroecosistema come mezzo di dispersione e/o colonizzazione.

Questo concetto, presente anche negli elaborati della Rete Ecologica dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci, è stato parzialmente rivisto con l'intenzione di pervenire ad una maggiore articolazione degli agroecosistemi in funzione del livello di *input* idrico/chimico/meccanico che le relative colture richiedono⁸.

A questo scopo sono stati distinti a livello delle colture arboree quelle ad elevato *input* idrico - come l'actinidia che è molto diffusa sul territorio, ha soppiantato in diverse aziende vite ed olivo, e dal 2004 può beneficiare del marchio IGP -, e quelle ad alto *input* chimico come la frutticoltura, inclusa la vite.

Sebbene secondo tale principio sarebbe stato opportuno, non è stato possibile distinguere le colture orticole e le foraggere nell'ambito delle colture annuali, in quanto soggette a variazioni frequenti anche su base stagionale e dunque non rilevabili attraverso la CUS. Non è stato possibile inoltre distinguere le aziende zootecniche, dal momento che l'estensione delle aziende presenti sul territorio non le rende rilevabili nella CUS e non è stato giudicato necessario integrare l'informazione spaziale manualmente dal momento che le aziende di questo tipo presenti sul territorio, prevalentemente dedicate all'allevamento delle bufale e situate nei comuni di Sabaudia e Pontinia all'interno del Parco Nazionale del Circeo, si caratterizzano per una densità di capi tale da non rappresentare un fattore di impatto particolarmente significativo a livello ecologico.

⁸ In questo senso lo stesso processo di individuazione degli agroecosistemi si è basato su elementi valutativi: che saranno ripresi più avanti in sede di valutazione degli ecosistemi applicando il concetto di "aree agricole ad alto valore naturale" (High-Nature-Value HNV).

Nella tabella che segue sono evidenziati tutti gli ecosistemi individuati nel territorio dell'Agro Pontino con indicazione delle categorie di usi del suolo che vi sono comprese ed una breve descrizione delle loro caratteristiche ecologiche principali.

Tabella 3 Ecosistemi Greenchange individuato in Agro Pontino, classi di uso del suolo corrispondenti e relativa descrizione

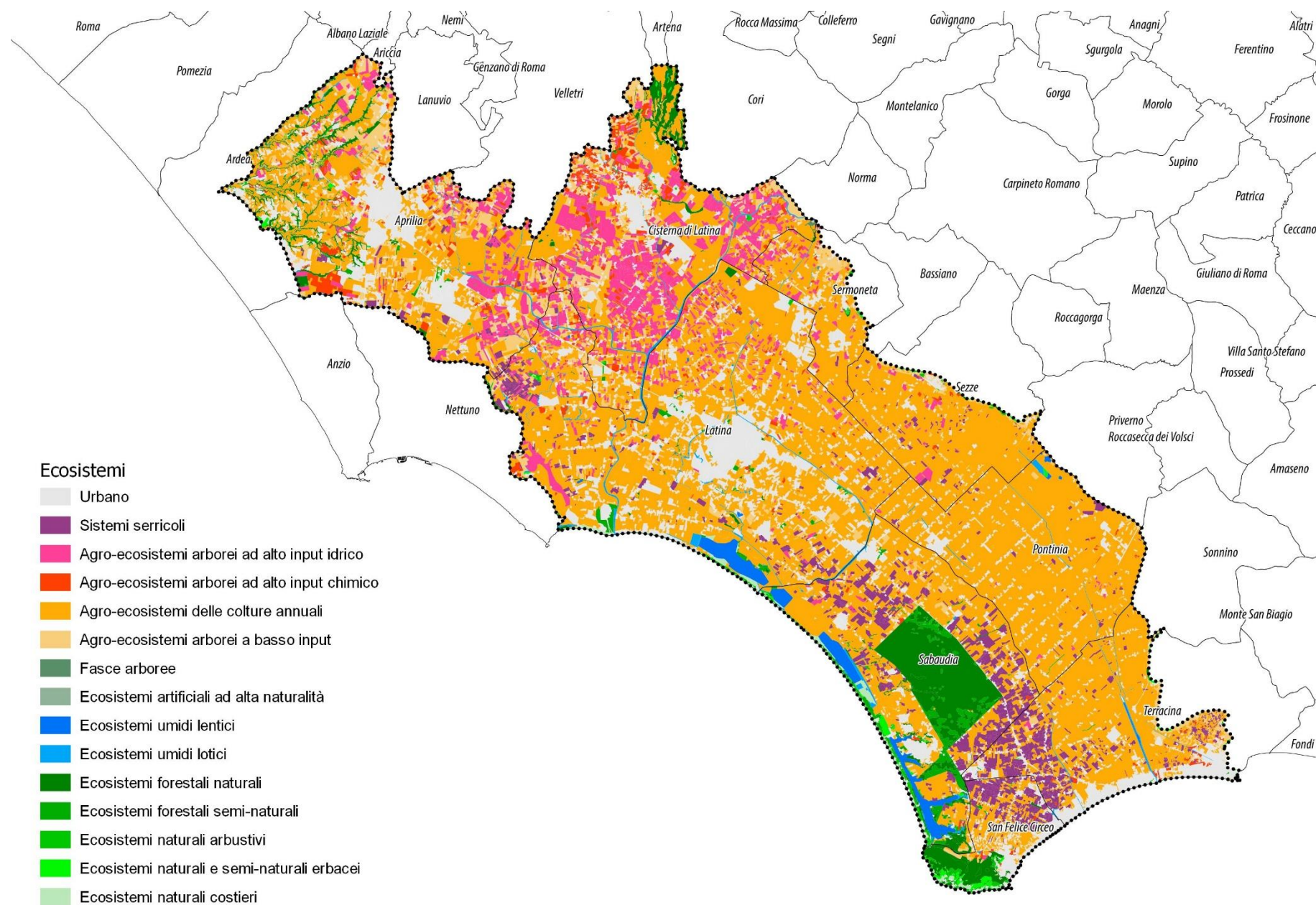
	ECOSISTEMI Greenchange	Categorie di uso del suolo (Classi CUS)	Descrizione
Ecosistemi naturali e seminaturali	Ecosistemi forestali naturali	31123 - Querceti a prevalenza di farnia 311111 - Leccete termomediterranee costiere 311112 - Leccete con caducifoglie 311122 - Sugherete dei substrati sabbiosi e arenacei con farnetto o altre caducifoglie 311211 - Cerrete collinari 311213 - Cerrete con farnetto 311221 - Boschi mesomediterranei di roverella 311311 - Orno-ostrieti e boscaglie a carpinella 311411 - Castagneti (eutrofici) su depositi vulcanici e castagneti (oligotrofici) su lave acide	Ecosistemi naturali dominati da specie arboree autoctone. Rientrano in questi ecosistemi molte tipologie forestali diverse, comunità mature appartenenti a più serie di vegetazione e quindi con caratteristiche climatiche e pedologiche diverse. Rappresentano importanti bacini di biodiversità e, soprattutto per le tipologie forestali planiziali, svolgono un importante ruolo nella conservazione di ecosistemi che un tempo si estendevano su superfici molto più ampie.
	Ecosistemi naturali arbustivi	3222 - Cespuglieti a dominanza di prugnolo, rovi, ginestre e/o felce aquilina 32311 - Macchia alta retrodunale e interdunale 32312 - Macchia alta interna e collinare 32321 - Macchia a ginepro coccolone o a ginepro fenicio delle dune stabilizzate 32322 - Macchia a ginepro fenicio delle coste alte, con euforbia arborescente e/o palma nana 32323 - Macchia a mirto e lentisco o a olivastro e lentisco	Ecosistemi naturali dominati da specie arbustive autoctone. Rientrano in questi ecosistemi tappe secondarie appartenenti a più serie di vegetazione e quindi con caratteristiche climatiche e pedologiche diverse.
	Ecosistemi forestali semi-naturali	31171 - Formazioni spontanee a robinia e/o ailanto 31172 - Rimboschimenti ad eucalipti 31173 - Rimboschimenti ad altre aliene (Gleditschia) 31211 - Pinete artificiali a pino domestico e/o pino marittimo 31321 - Boschi e piantagioni misti a prevalenza di pini mediterranei o cipressi	Ecosistemi semi-naturali dominati da specie arboree alloctone. Rientrano in questi ecosistemi molte tipologie forestali diverse di origine antropica che ricadono in serie di vegetazione diverse, le cui tappe mature sono state sostituite da impianti artificiali. Rientrano in questa categoria anche i boschi di neoformazione dominati da specie alloctone invasive che hanno sostituito la specie dominante autoctona.
	Ecosistemi naturali e semi-naturali erbacei	32112 - Praterie a <i>Dasypirum villosum</i> , <i>Avena</i> sp.pl. e prati-pascoli collinari a dominanza di leguminose 32113 - Praterie pseudo-steppiche ad <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> e/o a <i>Hyparrhenia hirta</i> 321 - Aree a pascolo naturale 32114 - Prati umidi	Ecosistemi semi-naturali dominati da specie erbacee autoctone. Rientrano in questi ecosistemi tappe secondarie appartenenti a più serie di vegetazione e quindi con caratteristiche climatiche e pedologiche diverse. Nell'area dell'Agro Pontino questi ecosistemi annoverano principalmente aree residuali e marginali del contesto agricolo dove permane una gestione a sfalcio o pascolo di prati con bassa ricchezza specifica. Tuttavia in alcuni contesti, localizzati e di grande importanza, questi ecosistemi possono trovarsi a mosaico con ecosistemi umidi di piccolissime dimensione ma di eccezionale importanza, come i prati temporaneamente allagati, riconducibili a habitat prioritari come il 3170* "Stagni temporanei mediterranei".

	32324 - Garighe a cisti, erica e rosmarino o ad <i>Helichrysum litoreum</i> 331 - Spiagge, sabbia nuda e dune con vegetazione erbacea psammofila 3321 - Scogliere con vegetazione rada a <i>Limonium sp. e Crithmum maritimum</i> 4211 - Vegetazione a salicornie annuali e/o altre specie alonitrofile annuali; garighe alofile a camefite e nanofanerofi 523 - Aree al di là del limite delle maree più basse	Ecosistemi costieri legati alle dinamiche ecologiche marine. Sono compresi in questi ecosistemi le spiagge, i sistemi dunali, le scogliere.
Ecosistemi umidi	Ecosistemi umidi lentic 411 - Paludi interne a vegetazione a rizofite sommerse o appena affioranti, ad elofite, a grandi carici, a giunchi; prati 4111 - Paludi mediterranee con vegetazione sommersa 4112 - Canneti e giuncheti 4113 - Formazioni ripariali ad <i>arundo donax</i> 5121 - Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive 5122 - Bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui 5123 - Bacini con prevalente altra destinazione produttiva 512 - Bacini d'acqua 521 - Lagune, laghi e stagni costieri	Ecosistemi legati ad ambienti acquatici lentic che comprendono superfici d'acqua di origine naturale o artificiale, gli ecosistemi umidi ripariali ad essi associati e gli ecosistemi palustri (<i>wetlands</i>). Rintrano quindi in questa categoria le aree umide che, un tempo, caratterizzavano l'Agro Pontino e che attualmente sono limitate a poche aree residuali o aree di neoformazione, in alcuni casi anche di origine artificiale (area di Pantanello). I laghi sono localizzati principalmente lungo il litorale e sono rappresentati da importanti laghi costieri. Questi ecosistemi rappresentano un fondamentale elemento di diversità ambientale assolvendo a funzione di serbatoio biologico. La diversità ambientale deriva dalla capacità delle zone umide di costituire habitat specifici per molti organismi vegetali e animali. Le aree naturali caratterizzate da acquitrini con caratteristica vegetazione a elofite palustri, sono generalmente dominata dalla cannuccia d'acqua (<i>Phragmites australis</i>). Questa elofita è dotata di una grande plasticità ecologica (sopporta bene anche l'acqua salmastra) e grande produzione di biomassa, per cui è in grado di occupare stabilmente superfici inondate solo di rado e non è necessariamente legata a "zone umide" vere e proprie. La sua presenza è comunque indizio sicuro di falda idrica poco profonda. Le cenosi ad elofite (piante di ripa) occupano una fascia con acqua profonda fino ad 80-100 cm; alcune specie sono in grado di sopportare variazioni anche notevoli di livello durante il corso dell'anno. Sono presenti in maniera discontinua e frammentata, spesso compenetrata a boschi igrofili o cespuglieti ripariali, diffuse su depositi limosi saturi di umidità in corrispondenza di depressioni umide. Hanno distribuzione puntuale in tutta la pianura pontina e, sporadicamente, nella piana di Fondi. Tali elementi costituiscono importanti corridoi biologici per specie vegetali ed animali e contribuiscono localmente all'aumento della diversità ambientale e alla dinamica dell'ecosistema agricolo dato che possono costituire siti idonei per il rifugio della fauna.

	3116 - Boschi a prevalenza di igrofite 31161 - Boscaglie ripariali a salici arbustivi 31162 - Boschi igrofili a pioppi e salice bianco e/o ad ontano nero e/o a frassino meridionale 4212 - Canneti oligoalini (fragmiteti e scirpeti) 5111 - Fiumi, torrenti e fossi 5112 - Canali e idrovie	Corsi d'acqua con larghezza d'alveo variabile, questa classe raggruppa indistintamente fiumi, canali e torrenti, a carattere naturale e artificiale, importanti come corridoi ecologici primari o secondari. In questa classe sono compresi i corsi d'acqua presenti nelle pianure di Latina e Fondi, quelli delle zone montane sono inclusi nelle aree boscate. L'ecosistema lotico è dinamico, caratterizzato da periodi di piena e momenti di magra e i processi ecosistemici non si limitano a influenzare solo la superficie dell'acqua, quindi l'ambito di pertinenza di questi ecosistemi si allarga anche alla vegetazione ripariale ad essi connessa. Localmente tale sistema, assieme agli elementi lineari presenti nel territorio (fasce arborate, fasce arborate igrofile), costituisce anche un elemento di unione e di collegamento (corridoio ecologico) tra i diversi sistemi ambientali e mantiene un certo grado di continuità ecologica tra le aree forestali altrimenti isolate. I corridoi ecologici hanno la caratteristica di essere delle strisce di territorio differente dalla matrice in cui sono inseriti. Quindi la loro funzione principale è quella di consentire alla fauna spostamenti da una zona relitta ad un'altra, di rendere accessibili zone di foraggiamento altrimenti irraggiungibili, offrire nicchie ecologiche specifiche, oltretutto di aumentare il valore estetico del paesaggio. Tali elementi costituiscono importanti corridoi biologici per specie vegetali ed animali e contribuiscono localmente all'aumento della diversità ambientale e alla dinamica dell'ecosistema agricolo dato che possono costituire siti idonei per il rifugio della fauna.
Fasce arboree	2441 - Alberature autoctone in spazi agricoli (fasce frangivento) 2442 - Alberature alloctone in spazi agricoli (fasce frangivento) 2443 - Pini su strada 31134 - Nuclei forestali di neoformazione in ambito agricolo e artificiale	Unità arboree da considerare funzionalmente lineari e come fasce frangivento, utili anche a livello ecologico; sono localizzate esclusivamente nella pianura pontina. Tale sistema costituisce un elemento d'unione e di collegamento (corridoio ecologico) tra i diversi sistemi ambientali, e mantiene un certo grado di continuità ecologica tra le aree semi-naturali altrimenti isolate.
Agro ecosistemi Agro-ecosistemi arborei a basso input	223 - Oliveti 2243 - Altre colture (eucalipti) 22411 - Pioppeti, saliceti e altre latifoglie 243 - Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali importanti	Comprende le colture permanenti e le aree agricole con colture annuali associate a colture permanenti, diffuse nelle pianure secondarie e, spesso, risalgono fino alle zone pedemontane e montane, in cui sono rappresentate da unità di minori dimensioni. In generale, queste unità sono sistemi ecologici che, pur se soggetti ad un forte determinismo antropico, e mancanti quindi di valore di naturalità, assumono in ogni caso un'importante funzione ecologica poiché sistemi produttivi primari. Essi, infatti, esportano biomassa vegetale pur avendo necessità d'approvvigionamenti energetici ed idrici dall'esterno per compensare i periodi di maggiore stress stagionale. Nel territorio provinciale essi, inoltre, assolvono un ruolo di cuscinetto tra le aree più densamente antropizzate o intensive (edificati urbani) e quelle più naturali esterne alle aree urbane (boschi, macchie, ecc.). Le aree agricole infine, forniscono fonti alimentari a numerose specie animali e costituiscono altresì areali di caccia per molte specie predatrici.
Agro-ecosistemi delle colture annuali	2111 - Seminativi in aree non irrigue 21132 - Colture orticole in pieno campo in aree non irrigue 2121 - Seminativi in aree irrigue 21232 - Colture orticole in pieno campo in aree irrigue 231 - Superfici a copertura erbacea densa (graminacee) 241 - Colture temporanee associate a colture permanenti	Comprende le aree agricole a coltivazione irrigua e intensiva della pianura pontina, escluse le aree esclusivamente occupate da colture in serra e sotto plastica; sono presenti anche seminativi estensivi, ma estremamente ridotti rispetto ai precedenti. A livello ecologico costituiscono una barriera per le specie vegetali e un filtro per il passaggio di alcune specie animali, più generaliste, con maggiore plasticità ecologica e home range di dimensioni apprezzabili.

	Agro-ecosistemi arborei ad alto input idrico	2221 - Actinidia	Comprende colture permanenti di specie non legate alla tradizione agricola locale, sfruttando le potenzialità fornite dalle innovazioni tecnologiche che permettono di impiantare specie arboree solo parzialmente adattate alle caratteristiche ecosistemiche dell'area, compensando le necessità autoecologiche con tecniche agronomiche ad alto impatto ecologico. Generalmente rientrano in questa categoria le specie che trovano nell'area di impianto un optimum termico ma una forte divergenza rispetto alle necessità autoecologiche pluviometriche, compensata con un apporto idrico artificiale, che può, sul lungo periodo, comportare un forte impatto sulla risorsa idrica.
	Agro-ecosistemi arborei ad alto input chimico	221 - Vigneti 2112 - Vivai in aree non irrigue 222 - Frutteti e frutti minori 242 - Sistemi colturali e particellari complessi	Comprende colture permanenti di specie legate alla tradizione agricola locale, gestite con tecniche dell'agricoltura tradizionale e non biologica.
	Sistemi serricoli	21131 - Colture orticole in serra e sotto plastica in aree non irrigue 2122 - Vivai in aree irrigue 21231 - Colture orticole in serra e sotto plastica in aree irrigue	Comprende le aree agricole a coltivazione intensiva caratterizzate dalla presenza stabile di serre. A livello ecologico rappresentano una barriera significativa per tutte le specie vegetali e animali. A livello agronomico, oltre a svincolare molte lavorazioni dalle condizioni ecologiche stagionali, proteggere le colture da agenti meteorologici e favorire rese maggiori, possono consentire un certo risparmio nel consumo di acqua, una maggiore efficacia potenziale delle tecniche di lotta biologica e con ricorso minore a fitofarmaci e diserbanti.
Sistemi artificiali	Ecosistemi artificiali ad alta naturalità	1124 - Residenze con grandi spazi verdi annessi	Aree antropizzate in cui è predominante la gestione dell'uomo ma permangono importanti elementi di naturalità che possono rappresentare aree rifugio per importanti elementi della biodiversità. Rientrano in questi ecosistemi giardini di storici, parchi pubblici, ville e strutture ricettive con una rilevante presenza di aree verdi.
	Urbano	11 - zone residenziali (eccetto 1124) 12 - zone industriali, commerciali e infrastrutturali 13 - zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati 14 - zone verdi artificiali non agricole	Ecosistemi artificiali a bassissima naturalità in cui sopravvivono solo le specie sinantropiche.

Azione A1 - Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici



Valutazione degli ecosistemi

Nell'ambito del progetto Greenchange la valutazione degli ecosistemi è funzionale a verificare l'efficacia dei 5 progetti dimostrativi previsti quali azioni di conservazioni in termini di potenziamento della capacità del territorio di fornire servizi ecosistemici.

In fase di scrittura del progetto, all'interno dell'AF, era stato previsto di valutare gli ecosistemi naturali con tecniche e indicatori basati sull'analisi della distanza tra le caratteristiche reali della vegetazione e quelle potenziali e sullo studio della configurazione spaziale degli ecosistemi (es. analisi dei contatti) e gli ecosistemi agricolo utilizzando indicatori agronomici connessi con la sostenibilità.

In fase attuativa è stato necessario rivedere parzialmente tale impostazione. Innanzitutto, avendo concentrato l'attenzione sui soli agro-ecosistemi e avendo proposto in fase di mappatura degli ecosistemi naturali una semplificazione rispetto a quelli individuati in ambito MAES su scala nazionale, è sembrato inopportuno proporre una nuova applicazione dell'analisi dei contatti, che inevitabilmente avrebbe finito per essere meno accurata dell'originale e comunque all'interno di un pattern tanto antropizzato non avrebbe fornito elementi concretamente utili al prosieguo del progetto.

Per quanto riguarda gli agro-ecosistemi, la revisione del metodo di valutazione ipotizzato inizialmente è motivata soprattutto dalla difficoltà di disporre al momento alla scala territoriale di dati agronomici sufficientemente dettagliati e geograficamente riferiti da utilizzare in ambiente GIS.

Pertanto è stato selezionato un metodo alternativo applicabile utilizzando le informazioni disponibili e ritenuto in grado di registrare potenzialmente una variazione dello stato attuale sia alla scala delle aree di intervento che alla scala territoriale, in funzione delle opere previste, di eventuali scenari per una loro replicazione, nonché dei cambiamenti che attraverso l'attuazione del Patto per la biodiversità sarà possibile indurre in termini di diffusione di infrastrutture verdi e sostenibilità delle pratiche agricole.

Nel procedimento si è inteso tenere in considerazione: le tipologie colturali prevalenti (e implicitamente i livelli di *input* meccanico, chimico e idrico), la presenza di elementi naturali lineari (intesi quali corridoi ecologici potenziali) e gli eventuali regimi di protezione ambientale.

La metodologia adottata si basa sull'individuazione delle cosiddette "aree agricole ad alto valore naturale" è derivata da uno studio condotto nel 2017 in regione Lombardia nell'ambito del sistema di monitoraggio e valutazione del PSR 2014-2020 per il calcolo dell'indicatore CI 37- HNV

(*High Nature Value*) farming⁹, a sua volta adattamento di quella elaborata su base regionale dalla Rete Rurale Nazionale nel febbraio 2014¹⁰.

AREE AGRICOLE AD ALTO VALORE NATURALE (*HIGH-NATURE-VALUE FARMING*)

Il concetto di aree agricole ad alto valore naturale (*High-Nature-Value* HNV) è stato introdotto a partire dagli anni '90 dal riconoscimento del fatto che la conservazione della biodiversità in Europa dipende fortemente dalla presenza di sistemi agricoli tradizionali a bassa intensità: i primi a descrivere le caratteristiche generali dei sistemi agricoli a basso *input* in termini di biodiversità furono Baldock et al. (1993) e Beaufoy et al. (1994).

Secondo la definizione corrente, riconosciuta dalla comunità scientifica, le aree agricole HNV sono aree in cui l'agricoltura rappresenta l'uso del suolo principale e mantiene, o è associata, alla presenza di un'elevata numerosità di specie e di habitat, e/o di particolari specie di interesse comunitario (Andersen et al., 2003). Tale definizione dà evidenza della forte connessione tra agricoltura e biodiversità e delle potenzialità di determinati tipi di attività agricole nel contribuire al valore naturale dei sistemi rurali. In ambito agricolo, le condizioni di conduzione del suolo e di tecniche agronomiche che favoriscono livelli di biodiversità maggiori sono, per consuetudine, associate a pratiche agricole a basso impatto, con minor *input* di prodotti fitosanitari, minori lavorazioni, che fanno ricorso a *cover crop*, ecc..

In analogia al CI 37- HNV, l'indicatore HNV proposto per gli agro-ecosistemi dell'Agro Pontino è un indice complesso, composto da 3 sotto indicatori:

- HNV *Type 1* - Aree in cui si pratica un'agricoltura estensiva e con un'elevata proporzione di vegetazione semi-naturale
- HNV *Type 2* - Aree con presenza di mosaico di agricoltura a bassa intensità ed elementi naturali, semi-naturali e strutturali (es. fasce arboree, canali, ecc.) che contribuiscono alla diversità del paesaggio agricolo
- HNV *Type 3* - Aree agricole che sostengono specie rare o un'elevata ricchezza di specie di interesse europeo o mondiale

Tali sotto indicatori sono tra loro sovrapposti e combinati a formare le HNV totali, come illustrato più avanti.

⁹ Per un'applicazione in ambito italiano v.di E. Girola, C. Sigismondi, Stima delle aree agricole ad alto valore naturale in Regione Lombardia: stato di fatto e prospettive, ISPRA – Reticula 18/2018 (ISSN: 2283-9232), luglio 2018, pp 11-18.

¹⁰ Cfr. <http://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/13563>

La dimensione della cella proposta, molto piccola e pari a 1 ettaro (100 m x 100 m), consente di osservare una distribuzione dei risultati con dettaglio significativo. Tuttavia a differenza della sperimentazione condotta in Lombardia che poteva contare su informazioni riferite ad ogni particella di Superficie Agricola Utilizzata (SAU), estrapolate dal database del Portale delle Aziende Agricole regionale SiSCO, l'applicazione Greenchange non ha potuto disporre di dati altrettanto dettagliati, si è dovuta pertanto basare esclusivamente sulla carta degli usi del suolo aggiornata come descritto in precedenza.

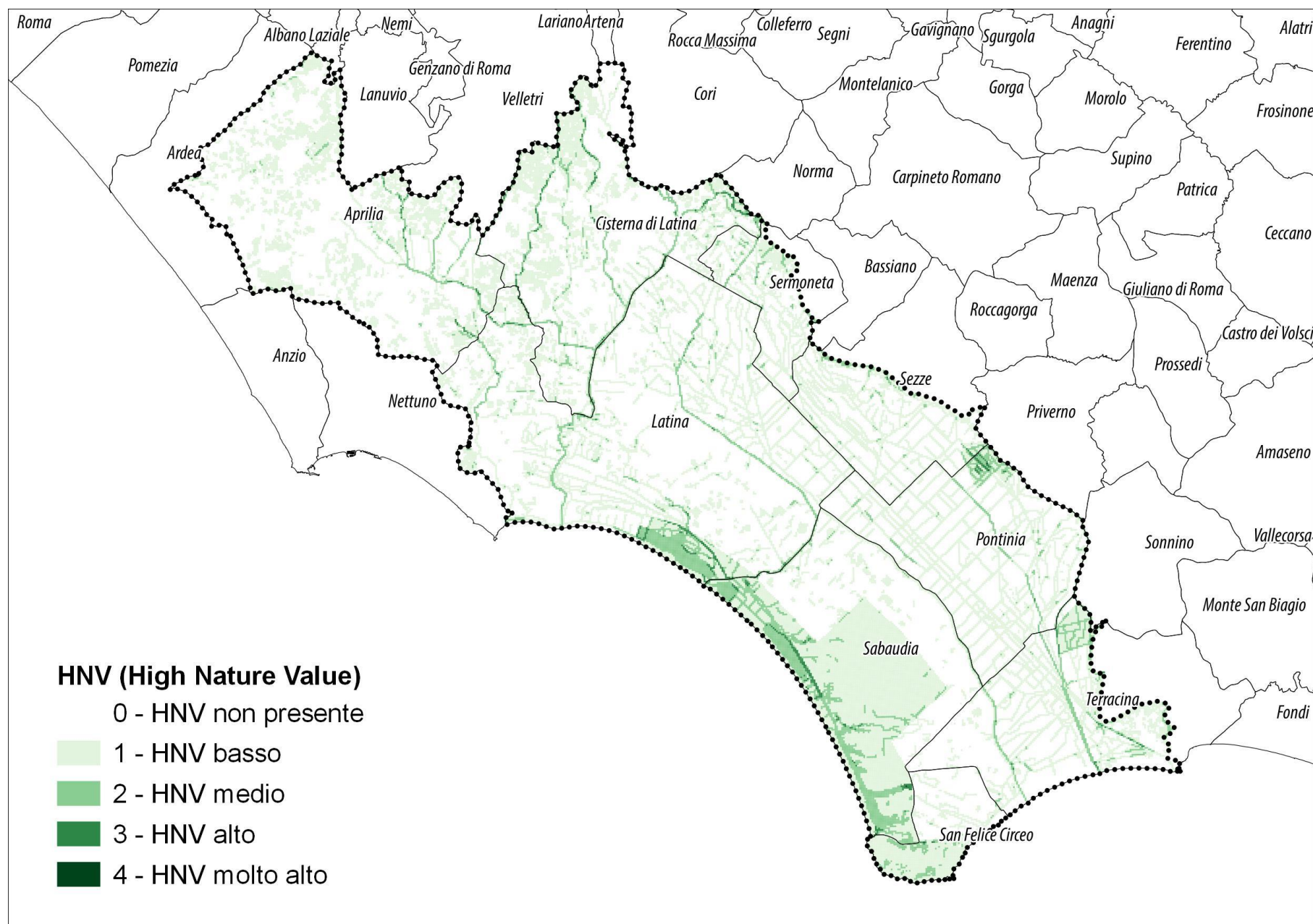
Tale circostanza implica un limite significativo ad applicazioni finalizzate al monitoraggio e alla valutazione del contributo delle azioni di progetto alla realizzazione e alla conservazione delle HNV, soprattutto al di là dell'orizzonte temporale del progetto perché presuppone un nuovo aggiornamento della base cartografica. D'altra parte, il metodo proposto si presta ad essere integrato laddove si rendano disponibili informazioni geografiche di tipo agronomico, più dettagliate e/o di più facile aggiornamento.

Nella tabella che segue sono contenute le assunzioni adottate nel progetto Greenchange per la determinazione dei tre indicatori HNV. Segue l'esito delle elaborazioni sotto forma di mappa.

Tabella 4 Criteri di classificazione per tipi di aree HNV

Elemento	Criteri di classificazione HNV
Type 1	Ad ogni cella è attribuito un punteggio pari a 0 o a 1 in base all'assenza o alla presenza di superficie coperta dalle colture considerate. In particolare, le celle occupate per oltre il 50% da uno dei seguenti usi del suolo: 32112 - Praterie a <i>Dasyrium villosum</i>, <i>Avena</i> sp.pl. e prati-pascoli collinari a dominanza di leguminose 32113 - Praterie pseudo-steppiche ad <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> e/o a <i>Hyparrhenia hirta</i> 321 - Aree a pascolo naturale 32114 - Prati umidi
Type 2	Ad ogni cella è attribuito un punteggio da 0 a 3 in base al numero di elementi del paesaggio e delle coperture del suolo presenti. In particolare, viene attribuito 1 punto, alle celle occupate per oltre il 50% da uno dei seguenti usi del suolo: 223 - Oliveti 2243 - Altre colture (eucalipti) 22411 - Pioppeti, saliceti e altre latifoglie 221 - Vigneti 2112 - Vivai in aree non irrigue 222 - Frutteti e frutti minori 242 - Sistemi culturali e particellari complessi Viene attribuito 1 punto ulteriore, alle celle che risultano attraversate da elementi del reticolo idrografico o da fasce frangivento (fonte: Provincia di Latina), oppure occupate per almeno il 10% da uno dei seguenti usi del suolo: 411 – Paludi interne a vegetazione a rizofite sommerse o appena affioranti, ad elofite, a grandi carici, a giunchi; 4111 – Paludi mediterranee con vegetazione sommersa 4112 – Canneti e giuncheti 4113 – Formazioni ripariali ad <i>Arundo donax</i> 5121 – Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive 5122 – Bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui 5123 – Bacini con prevalente altra destinazione produttiva 512 – Bacini d'acqua

	521 – Lagune, laghi e stagni costieri 3116 – Boschi a prevalenza di igrofite 31161 – Boscaglie ripariali a salici arbustivi 31162 – Boschi igrofili a pioppi e salice bianco e/o ad ontano nero e/o a frassino meridionale 4212 – Canneti oligoalini (fragmiteti e scirpeti) 5111 – Fiumi, torrenti e fossi 5112 – Canali e idrovie 2441 – Alberature autoctone in spazi agricoli (fasce frangivento) 2442 – Alberature alloctone in spazi agricoli (fasce frangivento) 2443 – Pini su strada 31134 – Nuclei forestali di neoformazione in ambito agricolo e artificiale
Type 3	Ad ogni cella è attribuito un punteggio da 0 a 1 in base alla presenza di aree naturali protette. In particolare viene attribuito 1 punto, alle celle ricadenti per oltre il 10% in siti Natura 2000 oppure all'interno del perimetro del Parco Nazionale del Circeo (fonte: Data base Natura 2000 Ministero dell'Ambiente, Carta della Natura).
HNV totali Livello HNV	Le HNV totali sono la sommatoria delle HNV calcolate per i tre Type. Le HNV totali sono dati dalle celle in cui almeno un Type ottiene punteggio diverso da 0. Le celle non HNV sono quelle in cui tutti i Type sono pari a 0. Il punteggio finale è fissato attribuendo alla cella il punteggio massimo ricevuto nei 3 Type. Ad ogni cella è attribuito un punteggio da 0 a 4: 0: HNV nullo, 1: HNV basso, 2: HNV medio, 3: HNV alto, 4: HNV altissimo.



INDIVIDUAZIONE E MAPPATURA DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

Una prima impostazione di questa fase di lavoro è stata svolta durante la preparazione della proposta, individuando per le aree di progetto i Servizi Ecosistemici (SE) di interesse - a livello di Gruppo della classificazione CICES 4.3 - e una serie di descrittori utili alla loro analisi. Veniva rimandato alla fase attuativa la selezione di 5 SE strategici da approfondire a livello di area di progetto.

In fase di attuazione, l'elenco dei SE individuati è stato oggetto di revisione in funzione dell'aggiornamento della classificazione dei SE utilizzata - da CICES 4.3 a CICES 5.1¹¹ e spingendo l'identificazione di alcuni dei SE da approfondire dal livello di gruppo (codice a 3 cifre) a quello di classe (codice a 4 cifre). Ulteriori aggiornamenti hanno riguardato l'individuazione dei potenziali descrittori.

Per selezionare i SE da analizzare nel dettaglio è stata fatta un'analisi preliminare - qualitativa e speditiva - di tutti i SE citati nella classificazione CICES 5.1 al fine di selezionare quelli più rilevanti nei contesti di progetto¹² in quanto "presenti", ovvero forniti dalla matrice ambientale e in quanto "influenzati", ovvero tali che la capacità della matrice ambientale di fornirli possa risultare influenzata dalle azioni di progetto.

A questi due criteri è stato aggiunto un criterio di "popolabilità" dei relativi descrittori che tiene in considerazione la reperibilità del dato, l'accessibilità della fonte e la facilità di aggiornamento.

La selezione dei SE da approfondire è stata fatta considerando sia il territorio pontino che quello maltese, quattro SE su cinque sono in comune tra i due casi studio. L'eccezione riguarda il SE classe "2.2.5.1 *Regulation of the chemical condition of freshwaters by living processes*" che è stato considerato solo nel caso pontino, e è sostituito nel caso maltese dal SE classe "2.2.2.1 *Pollination*".

Si segnala che in questa sede, si è ritenuto opportuno considerare in modo congiunto i 6 servizi ecosistemici della divisione "3.1 *Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting*" che comprende i gruppi "3.1.1 *Physical and experiential interactions with natural environment*" e "3.1.2. *Intellectual and representative interactions with natural environment*" in quanto espressione di modalità fruizione del paesaggio e dei suoi valori che nei casi considerati risultano spesso complementari, in parte sovrapponibili o comunque interrelate.

La prima delle tabelle che seguono sintetizza i SE selezionati per essere approfonditi ed evidenzia i descrittori individuati, la seconda tabella, ha valore ed evidenzia alcuni aspetti caratteristici degli

¹¹ <https://cices.eu/resources/>

¹² Contesto di progetto inteso a livello territoriale - considerando sia la matrice agricola del territorio pontino nel suo complesso che l'insieme degli ambienti umidi (laghi, fossi, canali) - e a livello di progetto considerando singolarmente le 5 aree destinate ad ospitare gli interventi dimostrativi.

ecosistemi individuati nell'agro pontino che determinano variazioni nella capacità di fornire i servizi selezionati.

Tabella 5 Servizi ecosistemici selezionati per approfondimento e relativi descrittori

Section	Division	Group	Class	Code	Livello	Potenziale descrittore del SE	Potenziale fonte dati	Nota
Provisioning (Biotic)	<i>Biomass</i>	<i>Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy</i>	<i>Cultivated terrestrial plants (including fungi, algae) grown for nutritional purposes</i>	1.1.1.1	SP	Valore produzione agricola (ricavi-costi €/ha)	Questionari (Aziende partner/Confagricoltura)	
Regulation & Maintenance (Biotic)	<i>Regulation of physical, chemical, biological conditions</i>	<i>Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection</i>	<i>Pollination (or 'gamete' dispersal in a marine context)</i>	2.2.2.1	ST	Presenza/estensione habitat idoneo a insetti impollinatori (Y-N, ha)	Rilievi naturalistici	Solo MALTA
					SP	Presenza insetti impollinatori (Y-N, stima popolazione)	Rilievi entomologici	
Regulation & Maintenance (Biotic)	<i>Regulation of physical, chemical, biological conditions</i>	<i>Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection</i>	<i>Maintaining nursery populations and habitats (Including gene pool protection)</i>	2.2.2.3	ST	Presenza/estensione habitat idonei a specie target (Y-N, ha) Indicatore <i>habitat quality</i> Invest	Rilievi naturalistici Software InVEST	KPI associati (v.di D1)
					SP	Presenza specie target (Y-N, stima popolazione) Indicatore <i>habitat quality</i> Invest	Rilievi entomologici Software InVEST	
Regulation & Maintenance (Biotic)	<i>Regulation of physical, chemical, biological conditions</i>	<i>Water conditions</i>	<i>Regulation of the chemical condition of freshwaters by living processes</i>	2.2.5.1	SP	Presenza fasce tampone (lunghezza e caratterizzazione vegetazionale) e consistenza carichi azotati	Elaborazioni su GDB provinciale e dati di letteratura	Solo AGRO PONTINO
Regulation & Maintenance (Biotic)	<i>Regulation of physical, chemical, biological conditions</i>	<i>Atmospheric composition and conditions</i>	<i>Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans</i>	2.2.6.1	ST/SP	Variazione dello stock carbonio (t)	Software InVEST	KPI associato (v.di D2)

Cultural (Biotic)	<i>Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting</i>	<i>Physical and experiential interactions with natural environment</i>	<i>Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through active or immersive interactions (3.1.1.1) or through passive or observational interactions (3.1.1.2)</i>	3.1.1	SP	Densità di foto e commenti/recensioni pubblicate su Googlemaps Presenza di percorsi pedonali e ciclabili, vie d'acqua fruibili e altre strutture fruibili Stima numero fruitori	Software Invest Questionari (Aziende partner) integrati da ricerca web	KPI associato
Cultural (Biotic)	<i>Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting</i>	<i>Intellectual and representative interactions with natural environment</i>	<i>Characteristics of living systems that enable scientific investigation (3.1.2.1), education and training (3.1.2.2), are resonant in terms of culture or heritage (3.1.2.3), aesthetic experiences (3.1.2.4)</i>	3.1.2	SP	Progetti scientifici, iniziative culturali, visite guidate, progetti didattici Numero di visitatori/ di cui studenti	Questionari (Aziende partner) integrati da ricerca web	KPI associato

Tabella 6 Note sulla capacità dei singoli ecosistemi greenchange di fornire i servizi selezionati

Class	Code	Agro-ecosistemi arborei a basso input	Agro-ecosistemi arborei ad alto input idrico	Agro-ecosistemi arborei ad alto input chimico	Agro-ecosistemi delle colture annuali	Impianti serricoli	Fasce arboree	Urbano	Ecosistemi artificiali ad elevata naturalità	Ecosistemi forestali naturali	Ecosistemi forestali semi-naturali	Ecosistemi naturali arbustivi	Ecosistemi seminaturali erbacei	Ecosistemi umidi lacustri	Ecosistemi umidi ripariali	Ecosistemi naturali costieri	Note
<i>Cultivated terrestrial plants (including fungi, algae) grown for nutritional purposes</i>	1.1.1.1	++	++	++	++	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Gli agroecosistemi sul territorio sono in prevalenza orientati alla produzione agricola ad uso alimentare. Gli agroecosistemi ad elevato input idrico (es. Impianti di <i>Actinidia</i>) e gli impianti serricoli garantiscono rese e profitti maggiori.
<i>Pollination (or 'gamete' dispersal in a marine context)</i>	2.2.2.1	-	-	--	-	--	+	-	++	+	+	++	++	+	+	+	L'uso agricolo compromette necessariamente la capacità di rendere il servizio in misura proporzionale alla frequenza dei trattamenti chimici e all'intensità delle lavorazioni e al livello di protezione delle colture; nell'ambito degli ecosistemi naturali la capacità di rendere il servizio è tendenzialmente maggiore negli ecosistemi erbacei e arbustivi
<i>Maintaining nursery populations and habitats (Including gene pool protection)</i>	2.2.2.3	-	-	--	-	--	+	-	+	++	+	++	+	++	++	+	L'uso agricolo compromette la capacità di rendere il servizio in misura proporzionale alla frequenza dei trattamenti chimici e all'intensità delle lavorazioni e al livello di protezione delle colture; nell'ambito degli ecosistemi naturali è tendenzialmente maggiore negli ecosistemi forestali, arbustivi e in quelli umidi
<i>Regulation of the chemical condition of</i>	2.2.5.1	-	-	--	-	--	+	0	+	+	+	+	+	++	++	+	L'uso agricolo compromette la capacità di rendere il servizio in misura proporzionale alla frequenza dei trattamenti chimici e

<i>freshwaters by living processes</i>																	all'intensità delle lavorazioni e al livello di protezione delle colture; nell'ambito degli ecosistemi naturali è tendenzialmente maggiore negli ecosistemi umidi
<i>Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans</i>	2.2.6.1	++	+	+	+	0	+	0	+	++	++	+	+	++	+	0	la capacità di rendere il servizio, esprimibile soprattutto in termini di accumulo di carbonio è direttamente proporzionale alla biomassa presente/prodotta ed è tendenzialmente maggiore negli ecosistemi naturali perché permanente
<i>(Group)</i>																	
<i>Physical and experiential interactions with natural environment</i>	3.1.1	0	0	0	0	0	0	+	++	++	0	0	0	+	+	++	la capacità di rendere il servizio ecosistemico è legata alla possibilità di ospitare attività ricreative/culturali e direttamente proporzionale al livello di frequentazione. Si segnalano in particolare gli ecosistemi artificiali ad elevata naturalità che comprendono il giardino e l'oasi di Ninfa/Pantanello, gli ecosistemi forestali con riferimento alla cerreta nel Parco Nazionale del Circeo, gli ecosistemi costieri con riferimento alle spiagge e al promontorio del Circeo.
<i>Characteristics of living systems that are resonant in terms of culture or heritage</i>	3.1.2.3	0	-	0	0	--	+	+	+	+	0	0	0	++	0	0	la capacità di rendere il servizio ecosistemico è legata alle qualità riconosciute e agli elementi caratteristici del paesaggio della bonifica, fattore di compromissione si rileva negli impianti serricoli e negli agroecosistemi ad elevato input idrico la cui diffusione ha prodotto evidenti alterazioni del paesaggio tradizionale

legenda

--	la capacità di rendere il servizio ecosistemico compromessa in modo significativo da usi e pratiche
-	capacità di rendere il servizio ecosistemico ridotta o parzialmente compromessa, comunque in misura variabile in funzione di usi e pratiche
0	servizio ecosistemico non rilevante/non fornito dall'ecosistema o fornito in misura trascurabile
+	capacità di rendere il servizio ecosistemico tendenzialmente limitata in funzione delle caratteristiche intrinseche dell'ecosistema
++	capacità di rendere il servizio rilevante/legata alle caratteristiche intrinseche dell'ecosistema

Valutazione dei servizi ecosistemici: Aspetti metodologici

Nella fase di selezione delle metodologie da utilizzare per la valutazione dei SE è stato condotto uno studio dei modelli maggiormente diffusi in ambito internazionale, che garantissero quindi l'ottenimento di risultati confrontabili e rappresentativi. A questo scopo è stato consultato il report prodotto dalla IUCN nel 2018: *"Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services"*. Tale lavoro fornisce un confronto tra le metodologie più utilizzate mostrando i campi di applicazione, i S.E. valutati, i punti di forza e le criticità di ognuna di esse. Considerando anche le necessità del presente lavoro e le caratteristiche dell'area in esame sono stati selezionati due strumenti di valutazione: il software "InVEST" e il modello "TESSA".

Il primo è un software che comprende un pacchetto di modelli per la valutazione, anche monetaria, di svariati S.E., permettendo anche il confronto tra diversi scenari.

Il secondo si compone di una serie di linee guida *"step-by-step"* che hanno lo scopo di coadiuvare l'utente a reperire e analizzare i dati necessari alla valutazione. Le metodologie finora descritte sono state applicate adattandole al contesto in esame e, laddove non è stato possibile applicarle, si è proceduto all'individuazione di strumenti alternativi.

Valutazione del S.E. Produzione Agricola

Metodo applicato

La metodologia TESSA prevede la realizzazione di una serie di questionari da porre ad un campione di aziende agricole rappresentativo del territorio in esame, con lo scopo di valutare il valore economico delle coltivazioni al netto dei costi di produzione/gestione. Nel caso dell'Agro-Pontino è stato possibile reperire tale informazioni con una maggiore precisione sulla base dei fascicoli aziendali delle aziende coinvolte nei progetti dimostrativi.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala dei progetti dimostrativi

I questionari posti alle aziende hanno permesso di ottenere le seguenti informazioni sulle aziende agricole coinvolte nel progetto:

C4-Pantanello: all'interno del parco del Pantanello, nell'area che in precedenza ospitava un'azienda agricola, sono ad oggi presenti coltivazioni di Sorgo e di Olivo e rotazioni colturali di Lupino, Girasole e Grano. Queste coltivazioni hanno delle rese per ettaro che vanno da 35 q.li per il lupino, fino a 65 q.li per il sorgo, creando un reddito lordo medio per ettano che varia tra gli 801€/ha e i 965€/ha. Le spese di questa azienda dipendono dalle annate e in media rappresenta il 55% della produzione lorda vendibile (PLV), quindi per ogni coltivazione la rendita netta è il 45% del totale. I costi sono imputabili alle spese per le lavorazioni, in media 450€/ha, e al costo delle concimazioni organiche, circa 100€/ha, oltre a spese straordinarie. L'olio prodotto viene venduto direttamente in azienda, mentre gli altri prodotti vengono conferiti a 15 km di distanza;

C5-Az. Caetani: la superficie agricola utilizzata da questa azienda è occupata principalmente da seminativi estensivi in rotazione. Le coltivazioni principali sono il grano, duro e tenero, il lupino ed

il girasole. I prodotti ottenuti sono per lo più conferiti al consorzio agrario, fatta eccezione per il lupino che viene invece venduto ai commercianti. Il reddito lordo medio di queste coltivazioni è di circa 801€/ha per il lupino, 534€/ha per il girasole, 930€/ha per il grano tenero e 965€/ha per il grano duro. La gestione dell'azienda è affidata totalmente a ditte esterne e la spesa per le lavorazioni è in media di 400-450€/ha, mentre l'acquisto di concime e del diserbo è di circa 250€/ha. In genere i costi sono pari al 65% della PLV;

C6-Az. Agrilatina: situata per il 90% all'interno del Parco Nazionale del Circeo, questa azienda è certificata biologica e biodinamica. Le coltivazioni consistono soprattutto in ortive in pieno campo, seguite dai seminativi estensivi in rotazione e dalle coltivazioni arboree. Le orticole sono commercializzate prevalentemente sul mercato estero e sono per lo più batata (patata dolce americana), insalate e cavoli, mentre la tipologia del grano coltivato è per lo più grano antico. A queste si aggiungono le coltivazioni arboree, prevalentemente *Actinidia* e cultivar antiche. Grazie della natura dei prodotti appena elencati e alle tecniche di coltivazioni impiegate, il reddito lordo medio per ettaro è molto elevato: 1500€/ha per il grano, 35000€/ha per la batata e 23000€/ha per gli altri ortaggi. I costi di lavorazione sono pari al 65% della PLV.

C6-Az. Ganci: la coltivazione principale è rappresentata dai vigneti, il cui prodotto viene venduto direttamente in azienda con un reddito lordo di 15000€/ha. A questa si aggiungono le coltivazioni di orticole a pieno campo, utilizzate in agriturismo, e di olivo con cui ottengono circa 160 litri di olio per ettaro. L'azienda è gestita principalmente con manodopera familiare e le spese delle lavorazioni sono di circa 400€/ha. Non vengono utilizzati pesticidi in quanto è assoggettata a regime di certificazione bio, quindi i costi rappresentano il 65% della PLV. Inoltre l'azienda ha altri introiti dovuti alla gestione di un agriturismo con alloggi, e degli eventi culturali e di degustazione dei prodotti.

Il metodo qui applicato è ancora oggetto di studio in quanto difficilmente può fornire una valutazione del servizio di produzione agricola in un contesto come quello dell'Agro Pontino. Per questo motivo ci si pone come obiettivo quello di trovare, insieme ai soggetti coinvolti nel progetto, degli indicatori che permettano di valutare se ci sarà un vantaggio economico in seguito alla realizzazione dei progetti dimostrativi. Questo vale in particolare per l'azienda agricola delle Fondazioni Caetani poiché, in questo caso, il progetto verrà realizzato riducendo l'attuale superficie agricola utilizzata.

Non si è ritenuto opportuno per il momento sviluppare una valutazione a scala territoriale del servizio ecosistemico legato alla produzione agricola. In fase successiva – si prevede di mettere a punto un metodo di valutazione specifico, che possa tener conto del numero e del contenuto degli accordi di custodia sottoscritti e di possibili scenari di una loro ulteriore diffusione.

Valutazione del S.E. Stoccaggio di carbonio

Metodo applicato

È stato applicato il modello *"Carbon Storage"* di InVEST. Tale strumento stima la quantità di carbonio stoccato in base ai diversi usi del suolo, considerando i quattro pools di carbonio individuati a livello internazionale dall'IPCC: biomassa epigea, biomassa ipogea, sostanza organica morta e suolo. Gli input richiesti da tale modello sono un raster rappresentante le classi di uso del suolo dell'area di interesse e uno strumento tabellare che mette in relazione la quantità di carbonio stoccato (t/ha) da ogni classe di uso del suolo, ripartito nei quattro *pools* precedentemente elencati. Quest'ultimo dato è stato ottenuto dai risultati pubblicati nel Secondo Inventario Forestale Nazionale (INFC 2005) e dal report pubblicato nel 2006 dall'IPCC *"Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"*. Il software è stato così in grado di calcolare la sommatoria del carbonio trattenuto dai vari usi del suolo dalle quattro componenti naturali ed ha fornito delle cartografie tematiche, con risoluzione di 1m, e un valore quantitativo del carbonio stoccato nell'area di studio.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala dei progetti dimostrativi

Per effettuare questa valutazione, oltre alle aree di progetto, sono stati considerati dei *buffer* intorno a queste di dimensioni variabili, scelti in base agli elementi di interesse presenti nelle aree adiacenti. InVEST ha quindi restituito delle cartografie che rappresentano su scala cromatica i valori di carbonio stoccato. È interessante notare come, nonostante i colori che li rappresentano, i valori massimi sono sempre molto bassi (tra 0,009 e 0,016). Per ogni area di progetto è stato possibile effettuare queste osservazioni:

C3-Ufente: Nell'area interessata dal progetto di riqualificazione del Fiume Ufente, il software indica una situazione abbastanza favorevole in riferimento allo stoccaggio di carbonio. Confrontando la cartografia restituita da InVEST con la CUS utilizzata si può notare che la classe di uso del suolo maggiormente responsabile dell'assorbimento del carbonio atmosferico è la "4112 – Canneti e Giuncheti". Viceversa una stock di carbonio pari a 0 si osserva in corrispondenza dei canali, dei bacini d'acqua e delle costruzioni antropiche. Valori intermedi si hanno per le aree a seminativo. Il carbonio totale stoccato, stimato dal modello, per l'intera area è pari a 18.083,14 t.

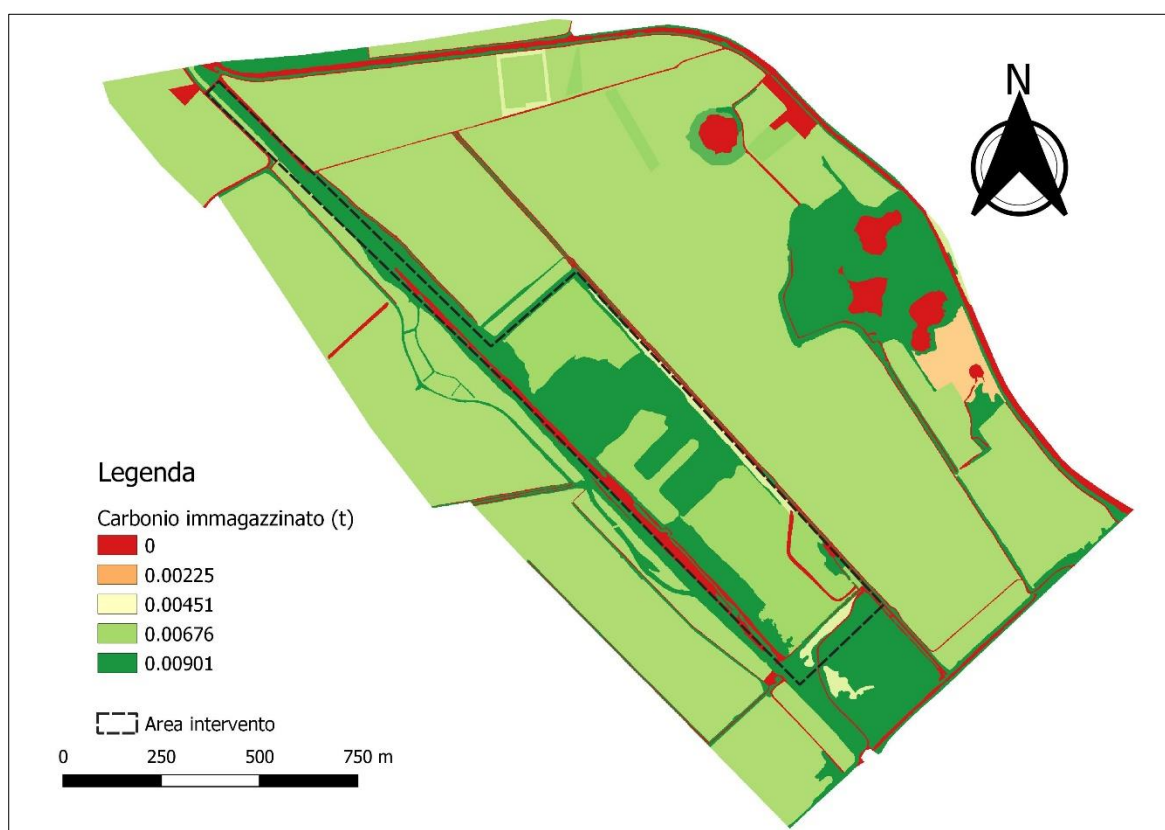
C4-Pantanello: Nell'area del Giardino monumentale di Ninfa e del Parco del Pantanello, si osserva una condizione alquanto eterogenea. Anche in questo caso le aree a minor stoccaggio di carbonio sono i bacini d'acqua, i torrenti e le aree antropiche, mentre i valori maggiori si hanno in corrispondenza degli ecosistemi naturali e semi-naturali. Valori medi, invece, si hanno in corrispondenza delle classi "32114 – Prati umidi" e "231 – Superfici a copertura erbacea densa". Il carbonio stoccato totale è di 12.061,41 t.

C5-Az. Caetani: L'area dell'Azienda Agricola delle Fondazioni Caetani mostra dei valori medio-bassi, in quanto quasi totalmente interessata da seminativi. Valori minimi si riscontrano in corrispondenza del Fosso Epitaffio e delle canalette di scolo, oltre ovviamente alle aree edificate.

Valori medio-alti, invece, si osservano nell'area del pioppeto. Il carbonio stoccato totale è di 18.065,81 t.

C6 -Az. Agrilatina/Ganci: Nell'area delle Aziende Agrilatina e Ganci si osservano valori prevalentemente medio bassi. Come visto per le altre aree le classi di CUS che mostrano un valore minore risultano essere gli specchi d'acqua, le aree costruite e i seminativi. Lo stoccaggio di carbonio risulta essere più elevato, invece, per le pinete artificiali e per i querceti, quindi per le aree naturali o semi-naturali. Il carbonio stoccato totale è di 29.056,30 t.

Figura 3 Esempio di output della valutazione del S.E. stoccaggio di carbonio effettuata con il software InVEST nell'area di progetto C3



Gli interventi di Greenchange prevedono la piantumazione di specie vegetali tipiche delle zone umide, come *Phragmites australis* e *Typha latifolia*, specie tipiche dei canneti, e la realizzazione di aree naturali con specie arboree e arbustive, in alcuni casi a discapito di aree con basso valore di naturalità. Per questo motivo si attende un aumento del carbonio stoccato in quanto tali aree risultano essere ad oggi quelle più efficienti in tal senso. Tuttavia si prevede la realizzazione di alcuni bacini d'acqua che invece non avranno un ruolo nello stoccaggio di carbonio ma risultano essere molto importanti nella fornitura di altri Servizi Ecosistemici.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala territoriale

Anche in scala territoriale i valori di stoccaggio di carbonio risultano essere generalmente molto bassi, raggiungendo un massimo di 0,016 t per pixel (vedi figura sotto). I valori minori si osservano

in corrispondenza delle grandi città, degli edifici sparsi e isolati, e dei bacini d'acqua, come ad esempio i laghi costieri. Il resto della Pianura Pontina mostra valori comunque medio-bassi, riconducibili alla scarsa efficacia delle aree agricole di immagazzinare carbonio. Questo vale soprattutto per i seminativi in aree irrigue, mentre le coltivazioni arboree (tra cui anche l'*Actinidia*), mostrano valori leggermente più alti (+0,002 t). L'immagazzinamento di carbonio più elevato in piana è dovuto alle aree naturali, come la Foresta Demaniale e il promontorio del Circeo, ma anche alle aree più piccole costituite da pioppeti, saliceti, cerrete, etc. Il carbonio immagazzinato dalla Pianura Pontina è di 6.406.869,48 t.

In seguito alla realizzazione dei progetti pilota di Greenchange ci si aspetta un aumento contenuto dello stoccaggio di carbonio, dovuto alla piantumazione di specie vegetali in aree ad oggi gestite in modo non sostenibile. Questo progetto, inoltre, prevede l'implementazione di accordi di custodia del territorio con i soggetti interessati dalle azioni dimostrative e la stipula di un Patto per la Biodiversità, atto a condividere con gli stakeholder le modalità di gestione territoriale in grado di aumentare la fornitura di SE. Per questo motivo ci si aspetta un aumento anche dello stoccaggio di carbonio.

Valutazione del S.E. Mantenimento di habitat e specie

Metodo applicato

È stato utilizzato il modello "*Habitat Quality*" di InVEST. Tale strumento consente di individuare ecosistemi che hanno una maggiore capacità di ospitare e permettere la sopravvivenza delle specie animali e vegetali e, in contemporanea, di valutare l'impatto che determinate minacce hanno su di essi. Il software richiede, innanzitutto, di definire l'obiettivo della valutazione e, in base a questo, di individuare le minacce presenti sul territorio. A tali minacce devono essere poi associati dei pesi relativi (tra 0 e 1) in base alla loro capacità di depauperare gli ecosistemi, attraverso la realizzazione di una matrice. Tale strumento deve riportare anche la sensibilità intrinseca degli ecosistemi e quelle nei confronti di ogni minaccia. Grazie a questi dati di input il modello è in grado di restituire la mappatura dell'area di studio, mostrando tramite scala cromatica la qualità o il degrado del territorio rispetto all'obiettivo della valutazione.

Gli ecosistemi oggetto di valutazione sono quelli descritti al paragrafo 3.3

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala dei progetti dimostrativi

A scala di progetto si è scelto di considerare un obiettivo unico, ovvero di valutare la Biodiversità totale, in quanto concentrandosi su un'unica specie target o su un solo habitat avrebbe portato a non considerare altre importanti specie e caratteristiche degli ambienti oggetti di valutazione. Per ogni area di progetto sono state individuate le minacce presenti e a queste sono stati attribuiti dei pesi intrinseci, considerando il loro impatto sull'ambiente circostante, e dei pesi specifici per ogni habitat di valutazione. Anche agli habitat sono stati attribuiti dei pesi intrinseci considerando la loro importanza nel mantenimento del livello di biodiversità totale.

Di seguito verranno elencate, per ogni area di progetto, le minacce rilevate, i valori attribuiti ad esse e i risultati ottenuti dall'utilizzo di InVEST:

C3-Ufente: L'area interessata dal progetto di riqualificazione del Fiume Ufente è adiacente al SIC IT60400053 "Laghi Gricilli" ed ospita l'habitat di interesse comunitario 3120, unico nel Lazio. Presenta, quindi, habitat ad alto valore naturalistico, tipici degli ambienti umidi e ripariali. Tuttavia la gestione attuale di questo territorio crea un importante impatto alle specie presenti, soprattutto per quelle autoctone che sono sempre più minacciate dalla diffusione delle specie invasive. Tra queste risulta consistente la presenza di *Arundo donax* sulle sponde dell'Ufente e delle specie *Procambarus clarkii* e *Myocastor coypus* nei corsi d'acqua. Altre minacce alla biodiversità sono riscontrabili nella presenza di pascolo intensivo, di aree antropiche che producono un importante inquinamento acustico, nel ripetuto sviluppo di incendi. A queste, tipiche di questa zona, si aggiungono quelle riscontrabili nell'intera Pianura Pontina: aree agricole intensive e estensive, e serre. Attribuendo dei valori di importanza a queste minacce è stata posta particolare attenzione al peso delle specie invasive, alle quali è stato dato il valore massimo, e alla distanza di impatto degli incendi e dell'urbano. A quest'ultimo è stata attribuita una distanza di impatto pari a 200 m in quanto producono un importante inquinamento acustico (vedi tabella in basso).

Tabella 7 Tabella di input per il calcolo della qualità degli habitat nell'area di progetto C3-Ufente

ECOSISTEMI	Peso dell'ecosistema rispetto all'obiettivo della valutazione	DECADIMENTO							
		ESPONENZIALE							
		PESO MINACCIA	0,8	1	0,7	0,3	0,8	1	1
		DISTANZA	200	30	40	30	50	200	50
		MINACCIE							
		Urbano	Serre	Aree Agricole Intensive	Aree Agricole Estensive	Pascolo intensivo	Incendi	Specie invasive	
Agro-ecosistemi arborei a basso input	0,5	0,4	0,6	0,2	0	0	0,4	0,4	
Agro-ecosistemi arborei ad alto input	0,2	0,4	0,6	0	0	0	0,3	0,2	
Agro-ecosistemi delle colture annuali	0,3	0,4	0,8	0	0	0	0,5	0,6	
Impianti serricoli	0	0	0	0	0	0	0	0	
Altri ecosistemi naturali	1	0,6	0,8	0,8	0,3	0,8	1	1	
Ecosistemi umidi ripariali	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1	1	
Ecosistemi umidi lentic	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1	1	
Ecosistemi forestali naturali	1	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	
Ecosistemi forestali semi-naturali	0,8	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	1	0,4	
Ecosistemi naturali arbustivi	1	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	1	0,8	
Ecosistemi naturali erbacei	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	1	0,8	
Fasce arboree	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4	0,7	0,8	0,8	
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0	

Altri ecosistemi naturali	1	0,8	0,6	0,8	0,6	1	1
Ecosistemi umidi ripariali	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1
Ecosistemi umidi lentic	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1
Ecosistemi forestali naturali	1	0,9	0,8	0,9	0,8	1	1
Ecosistemi forestali semi-naturali	0,8	0,9	0,5	0,6	0,6	0,4	1
Ecosistemi naturali arbustivi	1	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	1
Ecosistemi naturali erbacei	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	1
Fasce arboree	0,7	0,8	0,7	0,7	0,4	0,8	0,8
Urbano	0	0	0	0	0	0	0

**VALORI DI SENSIBILITÀ DELL'ECOSISTEMA RISPETTO ALLA
MINACCIA**

Il risultato della valutazione con InVEST definisce una condizione eterogenea della qualità degli habitat in quest'area: se in alcune zone ci sono alti livelli di naturalità dovute principalmente alla presenza di habitat ad alto valore naturalistico (umidi e ripariali), altre zone risultano molto degradate, anche a causa della presenza di aree urbanizzate e dell'impatto della strada. Valori medi di qualità si riscontrano in corrispondenza delle zone agricole adiacenti e delle aree colonizzate da specie invasive e in zone con vegetazione forestale semi-naturale, a prevalenza di pioppeti e saliceti.

C5-Az. Caetani: Le minacce alla biodiversità rilevanti per l'Azienda Agricola delle Fondazioni Caetani sono state individuate nelle strade che circondano l'azienda, tra le quali le più importanti sono la Via Appia e il Viale della Stazione, mentre secondarie sono il Viale delle Industrie e la Strada della Chiesuola in quanto meno trafficate. Oltre queste anche in questo caso sono da considerare impatti importanti la presenza delle aree agricole intensive, la diffusione delle specie invasive e la presenza di zone urbane, sia continue che discontinue.

Tabella 9 Tabella di input per il calcolo della qualità degli habitat nell'area del progetto C5-Az. Caetani

		DECADIMENT O		ESPONENZIALE					
		PESO MINACCIA	0,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,4	1
		DISTANZA	50	50	100	50	40	30	50
		MINACCE							
ECOSISTEMI	Peso dell'ecosistem a rispetto all'obiettivo della valutazione	Via Appia e Viale della Stazione	Viale delle Industrie e Strada della Chiesuola	Urbano continuo	Urbano Discontinuo	Aree Agricole Intensive	Aree Agricole Estensive	Specie invasive	
Agro-ecosistemi arborei a basso input	0,5	0,8	0,7	0,5	0,4	0,2	0	0,6	
Agro-ecosistemi arborei ad alto input	0,2	0,8	0,7	0,5	0,4	0	0	0,2	
Agro-ecosistemi delle colture annuali	0,3	0,8	0,7	0,5	0,4	0	0	0,6	
Impianti serricoli	0	0	0	0	0	0	0	0	
Altri ecosistemi naturali	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8	0,5	1	
Ecosistemi umidi ripariali	1	0,9	0,8	0,8	0,7	1	0,8	1	
Ecosistemi umidi lentic	1	0,9	0,8	0,8	0,7	1	0,8	1	
Ecosistemi forestali naturali	1	0,8	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	1	
Ecosistemi forestali semi-naturali	0,8	0,7	0,4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,4	
Ecosistemi naturali arbustivi	1	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	

Ecosistemi naturali erbacei	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8
Fasce arboree	0,7	0,9	0,8	0,6	0,5	0,7	0,4	0,8
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0

**VALORI DI SENSIBILITÀ DELL'ECOSISTEMA RISPETTO ALLA
MINACCIA**

Il risultato della valutazione mostra dei valori di qualità ambientali medio-bassi nell'intera area di progetto. In particolare le emergenze più evidenti, oltre alle aree urbane, risultano essere dovute all'impatto delle attività agricole di tipo intensivo. Valori di qualità molto bassi si osservano anche in corrispondenza del Fosso Epitaffio e delle Canalette di scolo. Valori medi, invece, si riscontrano nell'area del pioppeto e delle poche fasce frangivento ad oggi presenti. Le poche zone ad alta qualità ambientale sono quelle in cui si riscontrano specie vegetali delle zone umide, soprattutto Canneti e Giuncheti, oppure boschetti di Querce.

C6 Az. Agrilatina/Ganci: Nell'area delle Aziende Agricole Ganci e Agrilatina le minacce più rilevanti risultano essere la diffusione massiccia delle specie invasive, la presenza sporadica di incendi, il pascolo intensivo e le strade ad alta percorrenza (Strada Litoranea e Via Isonzo). A queste si aggiungono le aree agricole alle quali però, è stato attribuito un peso minore rispetto alle altre aree di progetto in quanto queste aziende si contraddistinguono per effettuare un'agricoltura biologica e biodinamica.

Tabella 10 Tabella di input per il calcolo della qualità degli habitat - area del progetto C6- Az. Agrilatina/Ganci

ECOSISTEMI	DECADIMENT O	ESPONENZIALE						
	PESO MINACCIA	0,9	0,6	0,6	0,3	0,7	1	1
	DISTANZA	50	50	40	30	50	50	200
		MINACCE						
	Peso dell'ecosistem a rispetto all'obiettivo della valutazione	Strada Litoranea e Via Isonzo	Urbano Discontinuo	Aree Agricole Intensive	Aree Agricole estensive	Pascolo intensivo	Specie invasive	Incendi
Agro-ecosistemi arborei a basso input	0,5	0,7	0,4	0,2	0	0	0,6	0,5
Agro-ecosistemi arborei ad alto input	0,2	0,6	0,4	0	0	0	0,2	0,4
Agro-ecosistemi delle colture annuali	0,3	0,6	0,4	0	0	0	0,7	0,5
Impianti serricoli*	0	0	0	0	0	0	0	0
Altri ecosistemi naturali	1	0,8	0,6	0,7	0,4	0,8	1	1
Ecosistemi umidi ripariali	1	0,8	0,8	0,9	0,7	1	1	1
Ecosistemi umidi lentic	1	0,8	0,8	0,9	0,7	1	1	1
Ecosistemi forestali naturali	1	0,9	1	0,8	1	0,8	0,4	1
Ecosistemi forestali semi-naturali	0,8	0,9	1	0,8	0,8	0,6	0,4	1
Ecosistemi naturali arbustivi	1	0,8	0,8	0,6	0,5	0,8	0,8	1
Ecosistemi naturali erbacei	0,9	0,8	0,8	0,6	0,5	0,8	0,8	1
Fasce arboree	0,7	0,8	0,7	0,5	0,3	0,7	0,8	0,8
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0

**VALORI DI SENSIBILITÀ DELL'ECOSISTEMA RISPETTO ALLA
MINACCIA**

Come nell'area del Parco del Pantanello, anche in questo caso la valutazione mostra dei risultati molto eterogenei: aree ad alta qualità ambientale si trovano in corrispondenza delle zone umide, delle paludi, e delle aree ricoperte da vegetazione elofitica e dai querceti. Viceversa aree a ridotta qualità ambientale sono quelle occupate dal tessuto residenziale sparso, ma anche nelle zone adiacenti alle strade. Valori di qualità medio-bassa si riscontrano nelle aree agricole e sui pioppeti artificiali.

Figura 4 Esempio di output della valutazione del S.E. Mantenimento di habitat e specie effettuata con il software InVEST nell'Area di progetto C4-Pantanello



A scala di progetto si prospetta che si avrà un aumento della biodiversità globale nelle aree interessate. Ciò sarà dovuto alla realizzazione di nuove aree umide che rappresentano habitat essenziali per la sopravvivenza di numerose specie, all'eradicazione delle specie invasive vegetali che rappresentano una minaccia in tutte le aree di progetto e alla realizzazione di querceti per ricreare degli habitat naturali. Tali miglioramenti si osserveranno soprattutto nelle aree dei progetti C4, dove la realizzazione di una fascia frangivento ridurrà l'impatto della Via Ninfina, e nell'area C5 grazie alla realizzazione di una zona umida e di una querceta a sostituzione del pioppeto attuale.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala territoriale

A scala di territoriale si è scelto di verificare la capacità dei diversi ecosistemi di permettere la diffusione delle specie, valutando così il funzionamento della rete ecologica e la presenza di

habitat frammentati. A tale scopo sono state individuate le seguenti minacce alla diffusione delle specie:

- Ferrovia;
- Strade principali (SS 148 e SR 156);
- Strade secondarie (SS 7 e Strada Litoranea);
- Migliare;
- Urbano continuo (classe CUS 1.1, selezionando poligoni con estensione > 35000 mq, e classi 1.2 e 1.3);
- Urbano discontinuo (classe CUS 1.1, selezionando poligoni con estensione < 35000 mq, e classe 1.4);
- Zona a Vulnerabilità di Nitrati (ZVN);
- Impianti serricoli;
- Aree agricole intensive;
- Aree agricole estensive.

Vengono riportati nella tabella in basso i valori di sensibilità attribuiti agli ecosistemi, la loro importanza come corridoi ecologici e i pesi e le caratteristiche delle minacce. Tali valori sono stati attribuiti grazie alla collaborazione di un team di esperti naturalisti ed ecologi.

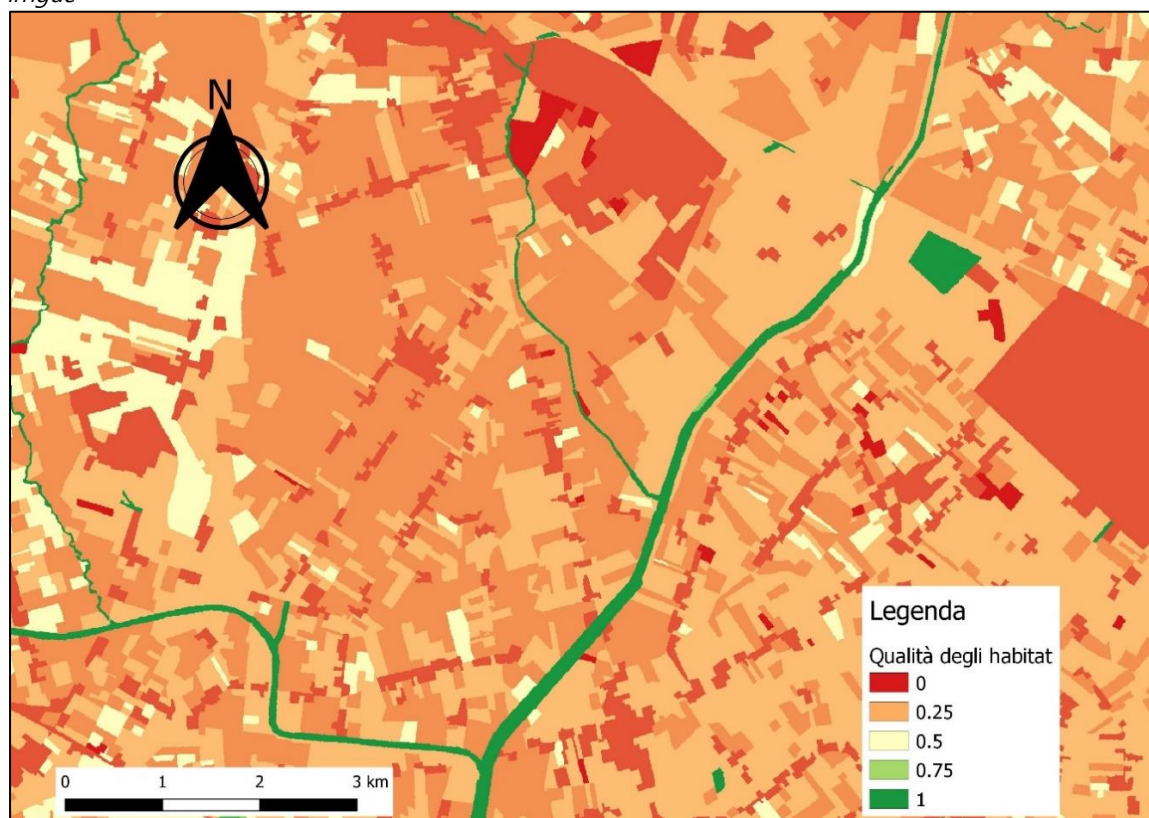
La sensibilità degli ecosistemi è stata valutata considerando la loro capacità di ospitare specie animali e vegetali. Appare chiaro che sotto questo punto di vista gli ecosistemi più importanti sono quelli ripariali e lacustri, tipici delle zone umide, e quelli forestali naturali, in quanto fonti di elevata biodiversità. Diversa è invece la situazione degli agro-ecosistemi che, a causa dell'eccessivo livello di semplificazione e dell'utilizzo di prodotti chimici per il controllo dei pesticidi, non sono in grado di mantenere livelli elevati di biodiversità. Infine ci sono le zone urbane possono invece ospitare pochissime specie.

Lo stesso tipo di ragionamento è stato effettuato nell'attribuzione dei pesi delle minacce. Di conseguenza si è giunti alla conclusione che la minaccia più importante alla diffusione delle specie è la presenza di barriere fisiche, come le infrastrutture lineari (strade e ferrovie). La loro capacità di bloccare la migrazione delle specie è direttamente proporzionale al loro livello di utilizzazione, quindi una strada molto trafficata è una minaccia maggiore rispetto ad una strada poco utilizzata, e così via. A seguire ci sono le aree agricole e le serre che per le loro caratteristiche impediscono la diffusione delle specie, ed il tessuto urbano continuo dove la presenza umana porta all'allontanamento degli animali. Grazie a queste considerazioni è stato possibile dedurre anche la distanza di impatto di ogni minaccia e il loro peso su ogni ecosistema.

Utilizzando i dati di input appena descritti è stato possibile utilizzare il software InVEST per la valutazione. Questo ha restituito una carta tematica della qualità degli ecosistemi della Pianura Pontina in termini di diffusione delle specie. La scala cromatica rappresenta in verde gli habitat che permettono la presenza e la diffusione del maggior numero di specie e in rosso le aree in cui la diffusione è minima. Si nota da subito che l'intero territorio mostra dei valori di qualità medio-bassi, dovuti principalmente ai seminativi in aree irrigue e a quelle urbane, ma si dimostra come un elemento di frammentazione degli habitat sia proprio la massiva presenza di serre, in particolare nella parte meridionale del territorio. È importante notare come aree ad alto valore

naturale, come i laghi costieri e il Parco Nazionale del Circeo, in realtà risultano essere zone per lo più isolate perché circondate da impianti serricoli, andando quindi contro alla visione della Rete Ecologica. Un'altra interessante informazione emersa da questa valutazione è che si dimostra la funzione degli ambienti ripariali come corridoi ecologici. Emergono infatti delle condizioni di elevata naturalità intorno ai corsi idrici che, se venissero gestiti in modo corretto, potrebbero essere degli elementi di straordinaria importanza per la diffusione delle specie.

Figura 5 - Estratto della Cartografia di InVEST della Qualità degli Habitat in cui si nota l'elevato livello di naturalità degli ecosistemi ripariali e i valori minori attribuibili alle zone urbane e alle coltivazioni in aree irrigue



Per il mantenimento di un elevato livello di biodiversità e per ridurre la frammentazione degli habitat, un ruolo importante risulta avere la gestione del territorio. Immaginando la diffusione dei modelli di gestione che verranno messi in pratica all'interno del progetto Greenchange, ci si può attendere un miglioramento della rete ecologica ad oggi piuttosto frammentata, e quindi un aumento della diffusione delle specie animali e vegetali all'interno della Pianura Pontina.

Tabella 11 Tabella di input per il calcolo della qualità degli habitat alla scala territoriale

ECOSISTEMI	DECADIMENTO	ESPONENZIALE									
	PESO MINACCIA	1	1	1	0,7	1	0,7	0,25	1	0,7	0,3
	DISTANZA	50	50	50	25	100	50	0,01	30	30	30
		MINACCE									
	Peso dell'ecosistema rispetto all'obiettivo della valutazione	Ferrovia	Strade Principali	Strade Secondarie	Migliare	Urbano Continuo	Urbano Discontinuo	ZVN	Serre	Aree Agricole Intensive	Aree Agricole "Estensive"
Agro-ecosistemi arborei a basso input	0,5	0,8	1	0,8	0,7	0,6	0,4	0,2	0,6	0,2	0
Agro-ecosistemi arborei ad alto input	0,2	0,8	1	0,8	0,7	0,6	0,4	0,2	0,6	0	0
Agro-ecosistemi delle colture annuali	0,3	0,8	1	0,8	0,7	0,6	0,4	0,2	0,8	0	0
Impianti serricoli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altri ecosistemi naturali	1	0,8	1	0,8	0,7	0,8	0,6	0,2	0,8	0,6	0,3
Ecosistemi umidi ripariali	1	0,9	1	0,9	0,8	1	0,8	0,7	0,8	0,7	0,5
Ecosistemi umidi lacustri	1	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,7	1	0,8	0,7	0,5
Ecosistemi forestali naturali	1	0,9	1	0,9	0,8	1	0,8	0,4	0,8	0,5	0,3
Ecosistemi forestali semi-naturali	0,8	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4	0,8	0,5	0,3
Ecosistemi naturali arbustivi	1	0,9	1	0,9	0,8	1	0,8	0,4	0,8	0,5	0,3
Ecosistemi naturali erbacei	0,9	0,9	1	0,9	0,8	1	0,8	0,4	0,8	0,5	0,3
Fasce arboree	0,7	0,8	1	1	1	0,8	0,6	0,2	0,2	0,1	0
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VALORI DI SENSIBILITÀ DELL'ECOSISTEMA RISPETTO ALLA MINACCIA

Valutazione del S.E. Depurazione delle acque

Metodo applicato

La Provincia di Latina, tra le sue attività istituzionali, svolge la funzione di monitoraggio sullo stato di eutrofizzazione delle acque interne e costiere. Nel 2003 ha avviato il "Progetto Monitoraggio acque superficiali Interne e Costiere", che ha visto l'installazione di una rete di 17 stazioni di rilievo e la realizzazione di una Banca Dati dei Bacini Idrologici organizzata in schede sintetiche per ogni corpo idrico (dati fisici, afflussi e deflussi, analisi dei carichi inquinanti, riscontri nelle misure di campagna). La disponibilità dei dati ha consentito una mappatura dei bacini idrografici sulla base del carico dei vari inquinanti, individuando i bacini più critici, le fonti del loro inquinamento e, di conseguenza, le priorità e tipologie di intervento. Questi dati, in particolari quelli contenuti nel report "Origine dei carichi inquinanti e dello stato di eutrofizzazione delle acque interne della Provincia di Latina", sono stati utilizzati per determinare la situazione AO dei sottobacini idrografici interessati dagli interventi.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala dei progetti dimostrativi

Lo studio della Provincia di Latina ha considerato le fonti potenziali di carichi inquinanti di origine antropica suddividendole in: attività agricole, attività zootecniche e ittiogeniche, scarichi civili e scarichi industriali. Considerata la natura dei territori nei quali verranno effettuati gli interventi, si è ritenuto opportuno concentrarsi principalmente sui carichi agricoli. È su questi, infatti, che i progetti di Greenchange interverranno. Si è proceduto individuando i sottobacini interessanti dagli interventi ed estraendo i dati a questi relativi dal Database dello studio della Provincia, espressi come kg di azoto lisciviati all'anno:

Intervento "Greenchange"	Bacino	Codice sottobacino	Carico agricolo (kg N/anno)
C3 – Riqualificazione Fiume Ufente	Ufente	BAD-UFE 200	16467
C4 - Parco di Ninfa e Pantanello	Rio Martino	RMA 100	33646
C5 - Azienda della Fondazione Caetani	Sisto	SIS-200	115914
C6 - Azienda Ganci	Rio Martino	RMA-400	67863
C6 - Azienda Agrilatina	Bacini tra Torre di Foce Verde e Torre di Fogliano	MOS-RMA-100	34011

Per stimare l'efficacia degli interventi in termini di fitodepurazione è stato applicato un metodo utilizzato in vari studi scientifici, sia a livello nazionale che internazionale: la stima della variazione del Bilancio di Massa dell'Azoto. Il bilancio di massa attuale considera gli input e gli output di azoto che si trovano all'interno del territorio interessato dagli interventi, ottenendo, quindi il surplus di azoto che è soggetto a lisciviazione verso i corsi d'acqua. Questo dato, come già detto in precedenza, è stato possibile ottenerlo dallo studio effettuato dalla Provincia. A questo valore sono state sottratte le stime dell'azoto trattenuto dalle specie vegetali che verranno utilizzate negli interventi. Tali quantità sono state ottenute tramite un'approfondita ricerca bibliografica sulle capacità di depurazione delle singole specie e, in generale, delle zone umide. Considerando i valori così ottenuti, l'estensione degli interventi e le specie utilizzate in ognuno di essi, è stato possibile stimare il carico di azoto PO, per ogni sottobacino, che ci si aspetta di avere dopo un anno dal completamento degli interventi. I valori sono mostrati nella tabella sottostante.

Tabella 12 - Matrice di calcolo per la stima della capacità di depurazione degli interventi, divisi per sottobacino, e stima del carico agricolo Post Operam.

Codice sottobacino	Carico agricolo (kg N/anno)	Azioni	Specie	Superficie intervento (ha)	Cap. depurativa specie vegetali per ha (kg/ha*anno)	Cap. depurativa intervento tot (kg/anno)	Cap. depurativa intervento tot per bacino (kg/anno)	Carico agricolo (kg N/anno) per bacino PO
BAD-UFE 200	16467	C3	<i>Quercus r., Salix spp, Populus spp. Ulmus m., Phragmites a, Typha L, Sparganium e., Typha a.</i>	0,7	1510	1057	1057	15410
RMA-100	33646	C4	<i>Populus a., Fraxinus o., Alnus g., Quercus c., Carpinus b., Ulmus m.</i>	0,4	363,5	145,4	145,4	33500,6
SIS-200	115914	C5. 1	<i>Quercus r., Salix spp, Populus spp. Alnus g., Phragmites a, Typha L, Sparganium e., Typha a.</i>	2,2	1510	3322	4530	111384
		C5.2	<i>Quercus r., Salix spp, Populus spp. Alnus g., Phragmites a, Typha L, Sparganium e., Typha a.</i>	0,8	1510	1208		
RMA-400	67863	C6.1 (1)	<i>Quercus r., Salix spp, Populus spp. Ulmus m., Phragmites a, Typha L, Sparganium e., Typha a.</i>	0,6	1510	906	2831,25	66957
		C6.1 (2)	<i>Quercus r., Salix spp, Populus spp. Ulmus m., Phragmites a, Typha L, Sparganium e., Typha a.</i>	1,275	1510	1925,25		
MOS RMA-100	34011	C6.2	<i>Quercus r., Salix spp, Populus spp. Ulmus m., Phragmites a, Typha L, Sparganium e., Typha a.</i>	0,75	1510	1132,5	1132,5	32878,5

Dalle stime effettuate si può quindi affermare che gli interventi diminuiranno il carico di azoto, tra lo 0.4 e l'1% del carico iniziale, coerentemente con i valori riportati da altri casi di studio simili. Tale efficienza tenderà ad aumentare nel corso del tempo con l'aumento della biomassa vegetale.

Valutazione dei S.E. culturali

Metodo applicato alla scala territoriale alla scala dei progetti dimostrativi

A scala di progetto la valutazione è stata fatta utilizzando due diversi approcci: per ogni area di intervento si è verificata la presenza di recensioni su Google Maps e sono stati sottoposti dei questionari ai soggetti responsabili della gestione delle aziende agricole. Questi metodi, seguiti da un'analisi dei risultati, hanno permesso di individuare nello specifico quali delle 6 classi dei servizi ecosistemici culturali dei gruppi 3.1.1 e 3.1.2 siano attualmente forniti dalle aree in esame.

Tabella 13 Articolazione dei servizi ecosistemici culturali considerati nell'Agro Pontino secondo la classificazione CICES 5.1

Division	Group	Class
3.1 Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	3.1.1 Physical and experiential interactions with natural environment	3.1.1.1 Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through active or immersive interactions (3.1.1.1)
		3.1.1.2 Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through passive or observational interactions
	3.1.2 Intellectual and representative interactions with natural environment	3.1.2.1 Characteristics of living systems that enable scientific investigation
		3.1.2.2 Characteristics of living systems that enable education and training
		3.1.2.3 Characteristics of living systems that are resonant in terms of culture or heritage
		3.1.2.4 Characteristics of living systems enable aesthetic experiences

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala dei progetti dimostrativi

Nella tabella sottostante vengono mostrati in sintesi i risultati ottenuti dalla ricerca effettuata su Google Maps e dai questionari posti ai responsabili della gestione delle aree di intervento, qualora questi siano presenti.

C3-Ufente: quest'area risulta quella attualmente più povera di servizi ecosistemici culturali, in quanto non sono presenti percorsi di fruizione e non è sede di percorsi didattici o culturali. Con la realizzazione dell'intervento ci si attende un aumento delle visite, sia didattiche che estetiche e ricreative, grazie alla creazione di punti di osservazione per l'avifauna e alla realizzazione di una zona umida adiacente ad un SIC;

C4- Pantanello: il Parco del Pantanello è una delle due aree che mostra il numero maggiore di foto e recensioni su Google Maps tra i territori considerati. Da quest,e e dai commenti riportati, è stato possibile dedurre che quest'area fornisce tutti i servizi culturali considerati, fatta eccezione per il 3.1.2.1 – "Indagine scientifica e creazione di conoscenze ecologiche". Tuttavia, dalle risposte al questionario è emerso che in realtà sono stati realizzati eventi di questo tipo, come il "Bioblitz Italia 2013", un evento coordinato dalla Fondazione Roffredo Caetani e dal Comitato Nazionale Bioblitz Italia con lo scopo di esplorare e censire le specie animali e vegetali in questo territorio. Tale evento ha permesso di censire 500 specie e ha portato alla partecipazione di 50 ricercatori e 1500 partecipanti. In questo parco si realizzano anche eventi didattici, con la collaborazione di studenti ed insegnanti, ed è inoltre dotato di strutture di fruizione, come sentieri pedonali, aule e laboratori, che permettono ai visitatori di godere dell'estetica e del paesaggio di questo luogo. Gli interventi che verranno realizzare avranno lo scopo di rafforzare il patrimonio naturalistico di quest'area, grazie anche alla realizzazione di isole flottanti per gli anfibii e alla realizzazione di una zona umida a scopo didattico;

C5-Az. Caetani: anche quest'area non fornisce attualmente servizi culturali. Ne è la prova il basso numero di foto e recensioni ed è stato confermato anche dal questionario. Si spera che con la realizzazione di una zona umida e di un bosco questo sito possa diventare anche sede di attività didattiche ed esplorative per dimostrare come delle aree naturali possano coesistere con un ambiente agricolo;

C6-Az. Agrilatina/Ganci: entrambe le aziende organizzano attività culturali, ricreative e didattiche al loro interno. L'azienda Agrilatina ospita eventi come concerti, presentazione di libri, ma anche eventi di promozione della salute alimentare e della sostenibilità ambientale. L'azienda Ganci, però, mostra il più alto numero di recensioni e di foto scattate. Queste sono dovute all'apertura dell'azienda alla fruizione da parte dei visitatori, tramite sentieri pedonali e piste ciclabili che in parte fiancheggiano il Canale Cicerchia. Inoltre quest'azienda risulta essere sede di vari eventi culturali, sia di tipo scientifico che enogastronomico, oltre a percorsi didattici durante il periodo della vendemmia, indirizzate agli studenti di scuole medie ed elementari. Con la realizzazione degli interventi si prevede di rafforzare il patrimonio culturale e naturalistico di queste aziende.

Tabella 14 – Servizi ecosistemici culturali forniti dalle aree interessate dai progetti dimostrativi, dedotti dalle recensioni di Google Maps e dai questionari posti ai gestori delle aziende agricole.

Recensioni Google Maps	Servizi culturali										Questionari alle aziende
	n° di recensioni	n° di foto	Valutazione media	3.1.1.1	3.1.1.2	3.1.2.1	3.1.2.2	3.1.2.3	3.1.2.4		
	C3-Ufente	0	1	-	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
					-		-	-	-	C3-Ufente	
	C4-Pantanello	32	150	4,8	✓	✓	✗	✓	✓	✓	
					Disponibilità di strutture per la fruizione	"Bioblitz Italia 2013" 1500 partecipanti	"Piccole guide" 2000 studenti	-	-	C4-Pantanello	
	C5-Az.Caetani	2	3 (non pertinenti)	4,0	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
					-		-	-	-	C5-Az.Caetani	
	C6-Agrilatina	37	56	4,6	✗	✓	✗	✓	✓	✗	
					Disponibilità di strutture per la fruizione		-	Incontri didattici Da 20 a 100 partecipanti	Tra 10 e 12 eventi culturali all'anno Da 100 a 200 partecipanti	-	
C6-Ganci	38	133	4,5	✓	✓	✗	✓	✓	✓		
				Disponibilità di strutture per la fruizione		-	Percorsi didattici Da 30 a 100 partecipanti	Eventi dell'associazione astronomia; Eventi enogastronomici Da 60 a 200 visitatori	-	C6-Ganci	

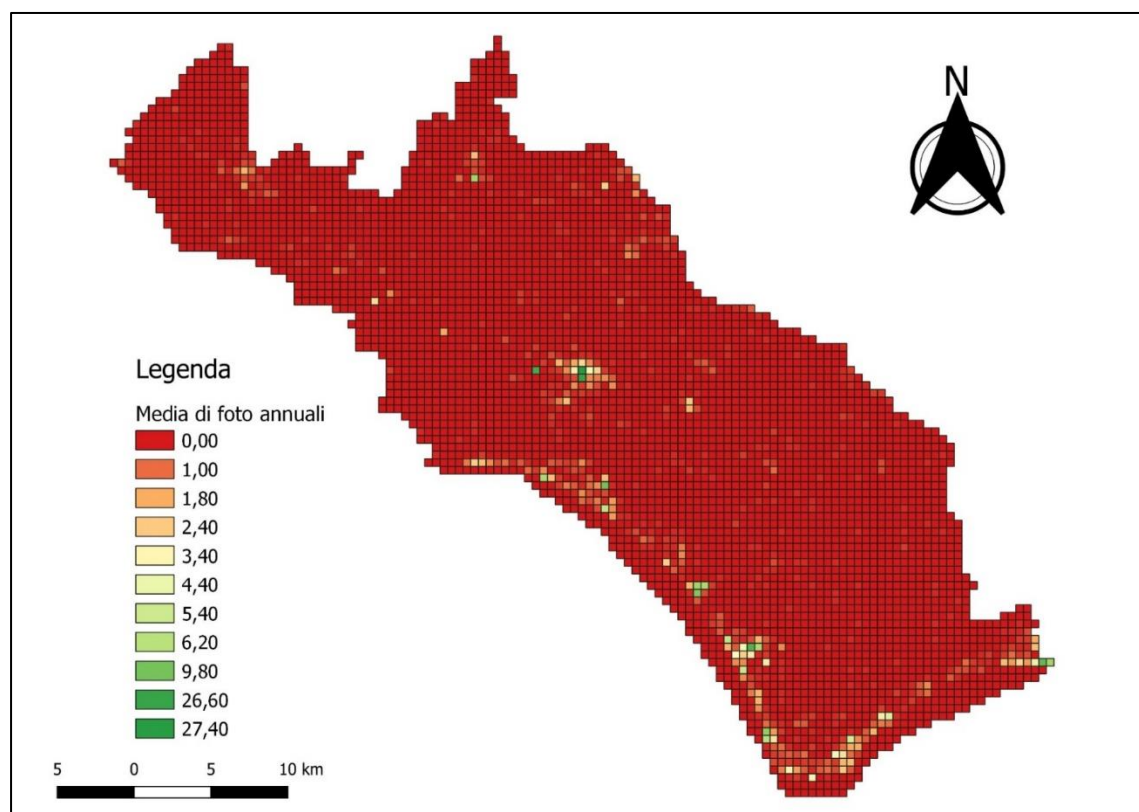
Metodo applicato alla scala territoriale

È stato utilizzato il modello "Recreation" di InVEST. Tale strumento fornisce una mappa di densità delle fotografie effettuate nell'area fornita in formato shp e caricate sul social network "Flickr", in un intervallo di tempo compreso tra il 2005 ed il 2017. Gli outputs ottenuti da questo modello sono stati una matrice contenente il numero di fotografie effettuate, in termini di medie mensili e di medie annuali, ed una mappa di densità delle stesse.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala territoriale

La mappa di densità prodotta da InVEST consiste in un grid formato da celle di 500x500m, mostrate in una scala di colori dal rosso al verde che rappresentano la quantità di foto scattate in termini di medie annuali (vedi figura alla pagina seguente). Tali medie vanno da un minimo di 0 foto, valore che si riscontra quasi sull'intero territorio, ad un massimo di 27,4 foto nella zona della città di Latina. Altri hotspot si osservano in corrispondenza delle altre città, come Cisterna di Latina e Sabaudia, o nella frazione di Latina scalo, ma anche al porto turistico di Terracina. Valori importanti si hanno anche sui laghi costieri della pianura, quindi in corrispondenza del Lago di Fogliano, del Lago di Caprolace, e in generale, all'interno del Parco Nazionale del Circeo, soprattutto concentrate sul Promontorio.

Figura 6 – Mappa di densità delle foto, scattate e caricate sul social network "Flickr", nella Pianura Pontina.



DALLA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI ALL'INDIVIDUAZIONE DI OPZIONI DI INTERVENTO

L'analisi di vulnerabilità e resilienza

Nel prosieguo del progetto Greenchange le conoscenze sviluppate nel corso dell'azione A1 sono destinate a supportare la messa a punto di un programma di interventi in grado di incrementare la funzionalità e la connettività ecologica del territorio agricolo.

Attraverso lo strumento del Patto per la biodiversità (azione C1) si prevede di promuovere, con il concorso delle aziende agricole e favorendo l'utilizzo delle risorse offerte dal I e II pilastro della Politica Agricola Comune, la realizzazione di infrastrutture verdi e la diffusione di pratiche colturali a basso impatto. Anche gli strumenti di accompagnamento e orientamento degli agricoltori previsti nell'azione C2 rientrano in questo quadro e costituiscono strumenti fondamentali per l'attuazione del Patto.

Per mettere a frutto la base di conoscenze maturata e porre le basi per il programma degli interventi del Patto per la biodiversità si è ritenuto necessario evidenziare le dinamiche che influenzano la capacità degli agroecosistemi di rendere servizi, con particolare riferimento a quelli selezionati per essere approfonditi e una particolare attenzione alla loro relazione con le pratiche agricole.

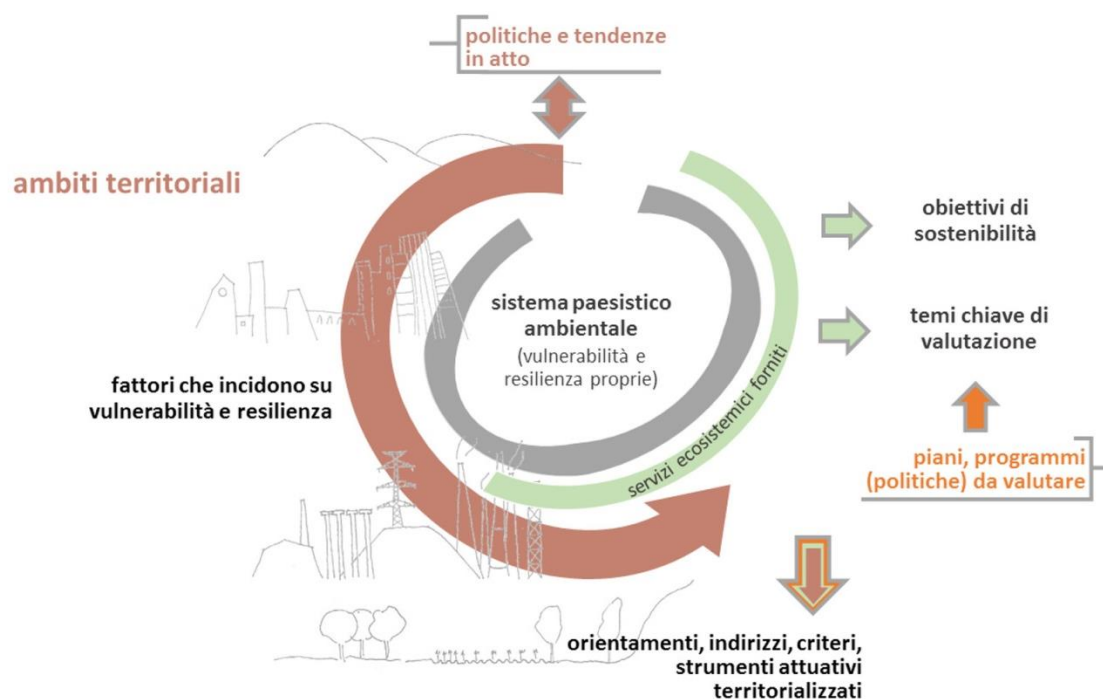
Il metodo che si è scelto di applicare per focalizzare l'attenzione su tali dinamiche al fine di identificare obiettivi prioritari e opzioni di intervento è l'Analisi di vulnerabilità e resilienza¹³, di seguito se ne illustrano in sintesi premesse e principali passaggi logici.

Il riferimento alla resilienza, intesa come capacità di un sistema territoriale di assorbire shock e cambiamenti progressivi, reagendo ed evolvendo in modo da mantenere identità e funzioni strutturali, consente di introdurre nella pianificazione, valutazione e progettazione degli interventi una lettura complessiva del territorio, in ottica integrata e multi-temporale. Tale cambiamento coinvolge anche le modalità di formulazione di strategie e di strumenti di azione, rendendo necessaria una lettura che metta al centro i territori e consideri le evoluzioni probabili nel tempo delle loro caratteristiche costitutive.

L'unità di analisi è costituita dai sistemi paesistico-ambientali, intesi come elementi sui quali costruire descrizioni complesse delle dinamiche territoriali in atto e delle capacità di risposta dei diversi ambiti territoriali. Tale capacità di risposta è determinata da fattori di pressione e da elementi che fanno intrinsecamente parte dei sistemi, come i servizi resi nel caso degli ecosistemi, che li qualificano (aumentandone la resilienza) o li compromettono (peggiorandone la vulnerabilità).

13 M. Cossu, S. Pezzoli, S. Vaghi. Comprendere, valutare e monitorare le strategie di resilienza, in Resilienza tra territorio e comunità – Approcci, strategie, temi e casi, a cura di A. Colucci A. P. Cottino. Collana "Quaderni dell'Osservatorio" n. 21 Anno 2015 Fondazione Cariplo.

Figura 7 Schematizzazione dell'approccio metodologico [elaborazione a cura del gruppo di ricerca Poliedra – fonte: rapporto ambientale del POR FESR e del PSR 2014/2020 di Regione Lombardia]

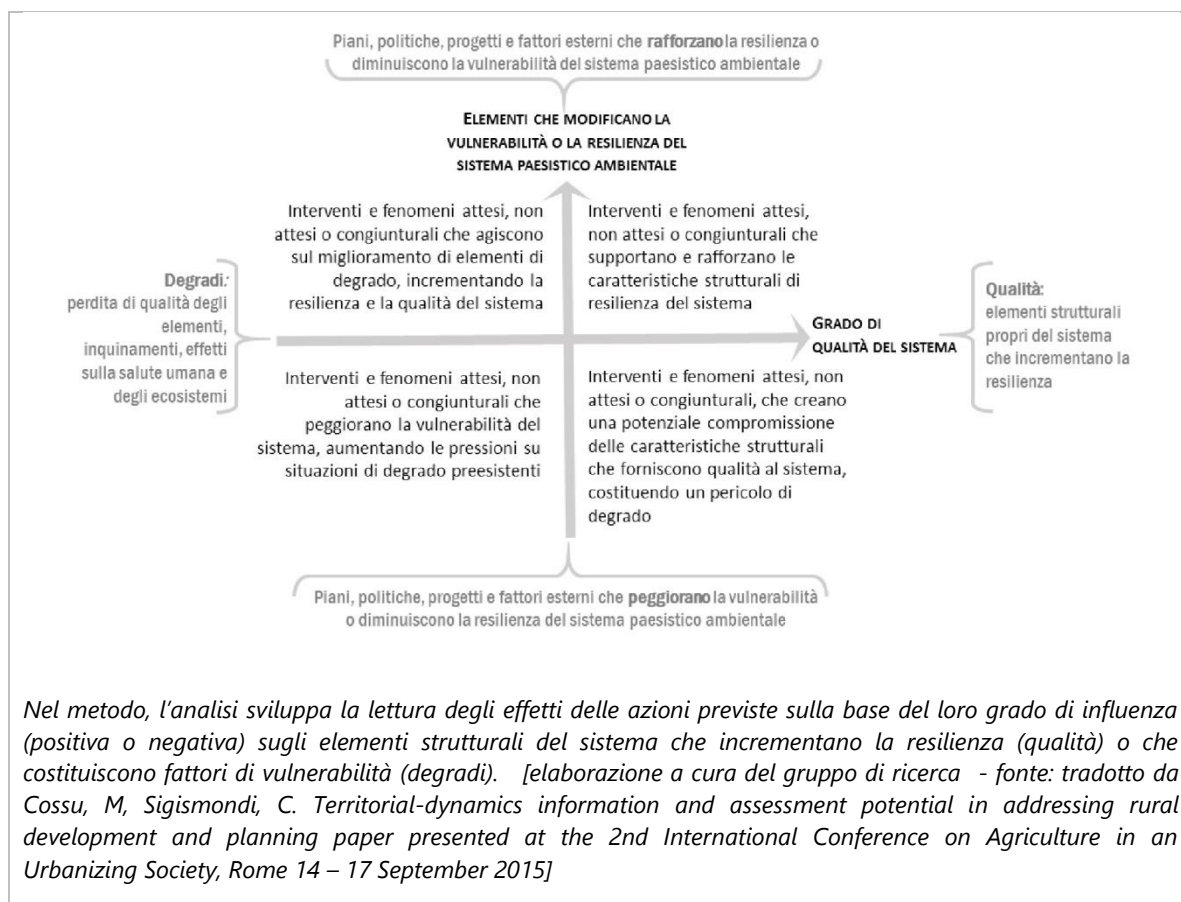


Il metodo si basa sul “riconoscimento” delle dinamiche in atto sul territorio, attraverso analisi statistiche, confronto con attori e analisi del quadro programmatico. Rispetto a queste, analizza gli elementi di vulnerabilità e resilienza che caratterizzano gli ambiti di cui i sistemi si compongono (degradi e qualità), e i fattori indotti dall’esterno che possono influire su tali elementi (pressioni e risposte, ovvero politiche, cambiamenti non pianificati e tendenze).

Tale lettura viene restituita attraverso un’atipica analisi SWOT¹⁴ (analisi di vulnerabilità e resilienza), che si sottopone a verifica da parte di soggetti esperti nell’ambito dei percorsi di coinvolgimento degli attori cui i diversi strumenti di pianificazione e governance si riferiscono. Tale analisi è finalizzata a sintetizzare il quadro conoscitivo generale sulle risorse, le vocazionalità e le criticità che caratterizzano i territori, per poter individuare gli ambiti e le attività su cui l’allocazione di fondi possa arrecare il maggior beneficio limitando i costi ambientali o, auspicabilmente, incrementando i valori attuali.

¹⁴ L’analisi SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) è uno strumento utilizzato all’interno delle valutazioni non solo ambientali, finalizzato alla focalizzazione degli elementi di forza e debolezza del contesto di riferimento, nonché alle relative opportunità e minacce anche legate all’ipotesi di sviluppo in corso di valutazione.

Figura 8 Schema di riferimento per l'analisi di vulnerabilità e resilienza, che rilegge gli elementi propri dell'analisi SWOT dal punto di vista della resilienza territoriale



Il metodo è stato utilizzato all'interno del sistema di supporto alle decisioni per il Patto per la Biodiversità. Per la costruzione di azioni e politiche orientati a influire, direttamente o indirettamente, sugli equilibri territoriali di sistemi complessi, risulta infatti necessario individuare un processo declinato in chiave di gestione della complessità e flessibilità. L'individuazione di dinamiche territoriali che siano sintesi di più fenomeni in atto e, allo stesso tempo, contengano la specifica misura del contributo di ogni azione e politica, è centrale poiché ricalca il processo logico di individuazione del fattore di rischio, di identificazione della strategia in risposta a tale criticità e allo sviluppo del potenziale insito nei territori e di selezione delle azioni progettuali.

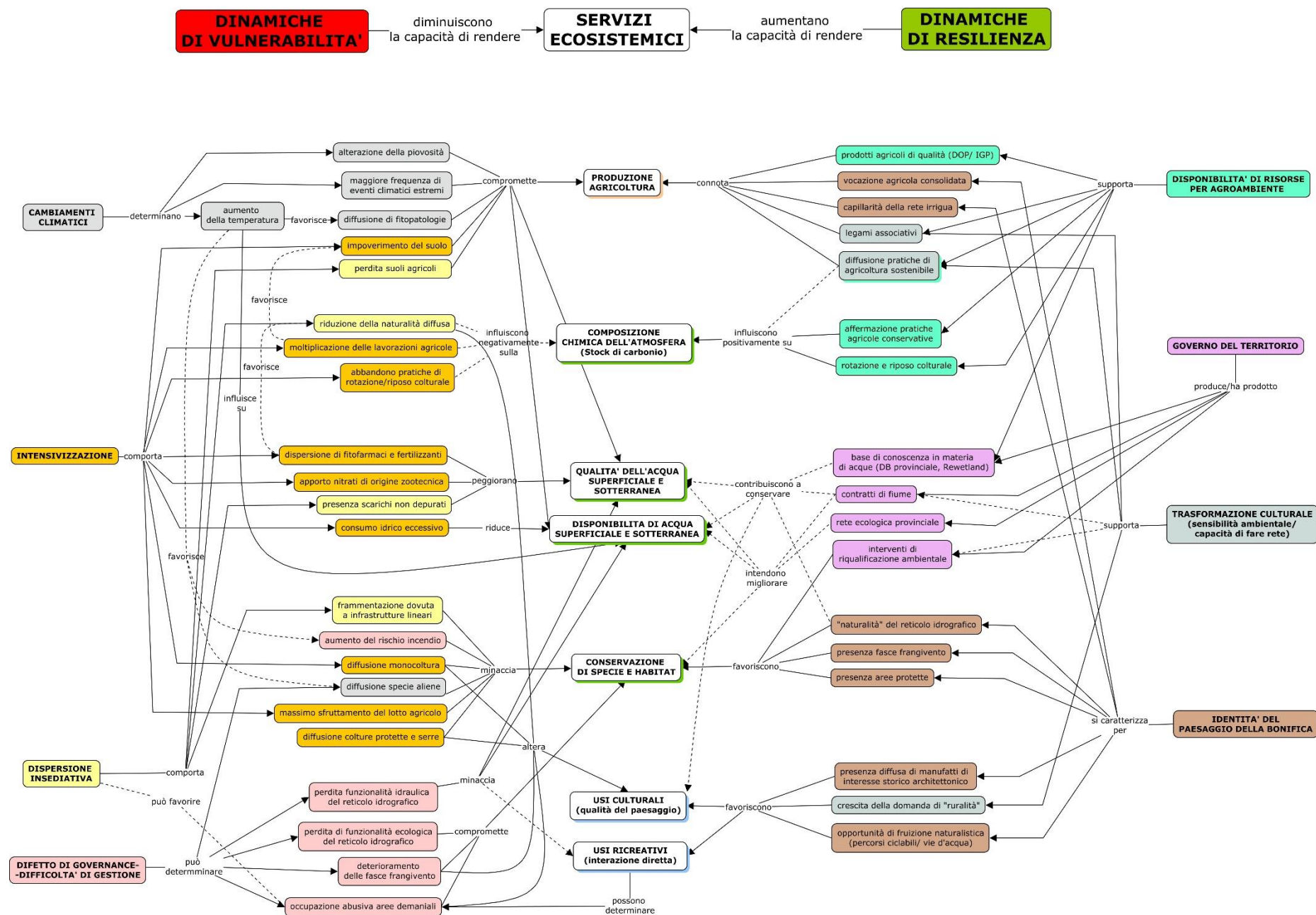
Il grafico seguente sintetizza, prima in forma tabellare poi in forma di mappa concettuale¹⁵, quelle che sono state individuate come le principali dinamiche che possono compromettere o migliorare la capacità dell'Agro Pontino di rendere alcuni servizi ecosistemici.

Le dinamiche di vulnerabilità (a sinistra) e di resilienza (a destra) sono individuate raggruppate per "macrodinamiche" e distinguibili per colore. Al centro sono riportati i 5 servizi ecosistemici oggetto di approfondimento.

¹⁵ La mappa concettuale risulta come rappresentazione più convincente in quanto in grado di evidenziare relazioni multiple tra le dinamiche e come esse influenzino più servizi.

MACRODINAMICHE	DINAMICHE DI VULNERABILITA'	SERVIZI ECOSISTEMICI	DINAMICHE DI RESILIENZA	MACRODINAMICHE
CAMBIAMENTI CLIMATICI INTENSIVIZZAZIONE DISPERSIONE INSEDIATIVA DIFETTO DI GOVERNANCE/DIFFICOLTA' DI GESTIONE	• alterazione della piovosità • aumento della temperatura • maggiore frequenza di eventi climatici estremi • diffusione colture protette e serre • impoverimento del suolo • semplificazione colturale • perdita suoli agricoli • consumo idrico eccessivo • dispersione di fitofarmaci e fertilizzanti • massimo sfruttamento del lotto agricolo • diffusione di fitopatologie • moltiplicazione delle lavorazioni agricole • riduzione della naturalità diffusa • abbandono pratiche di rotazione/riposo colturale • perdita funzionalità idraulica del reticolo idrografico • perdita di funzionalità ecologica del reticolo idrografico • apporto nitrati di origine zootecnica • presenza scarichi non depurati • consumo idrico eccessivo • dispersione di fitofarmaci e fertilizzanti • frammentazione dovuta a infrastrutture lineari • aumento del rischio incendio • diffusione specie aliene • deterioramento delle fasce frangivento • occupazione abusiva aree demaniali	PRODUZIONE AGRICOLA COMPOSIZIONE CHIMICA DELL'ATMOSFERA (Stock di carbonio) QUALITA' (e DISPONIBILITA) DELL'ACQUA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA CONSERVAZIONE DI SPECIE E HABITAT USI RICREATIVI (interazione diretta) USI CULTURALI (qualità del paesaggio)	• prodotti agricoli di qualità (DOP/ IGP) • capillarità della rete irrigua • legami associativi • diffusione pratiche di agricoltura sostenibile • vocazione agricola consolidata • rotazione e riposo colturale • affermazione pratiche agricole conservative • base di conoscenza in materia di acque (DB provinciale, Rewetland) • contratti di fiume • naturalità" del reticolo idrografico • presenza aree protette • rete ecologica provinciale • interventi di riqualificazione ambientale • crescita della domanda di "ruralità" • presenza fasce frangivento • opportunità di fruizione naturalistica (percorsi ciclabili/ vie d'acqua) • presenza diffusa di manufatti di interesse storico architettonico	DISPONIBILITA' DI RISORSE PER AGROAMBIENTE TRASFORMAZIONE CULTURALE (sensibilità ambientale/ capacità di fare rete) IDENTITA' DEL PAESAGGIO DELLA BONIFICA GOVERNO DEL TERRITORIO

Azione A1 - Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici



Dalle dinamiche agli obiettivi

Alla luce delle dinamiche individuate sono stati selezionati i seguenti obiettivi, rispetto ai quali si prevede di articolare il programma di azione del Patto per la Biodiversità. Il primo deliverable dell'azione C1 "Quadro per la sistematizzazione degli interventi in ambito agricolo per incrementare la funzionalità e la connettività ecologica del territorio agricolo", propedeutico alla predisposizione del citato programma di azione, è già strutturato su tale sistema di obiettivi.

OBIETTIVI

Proteggere la naturalità residua

Favorire la continuità degli elementi lineari

Ridurre gli input chimici

Ottimizzare i consumi idrici

Contrastare la perdita di suolo

Valorizzare la biodiversità agricola/colturale

Conservare gli elementi del paesaggio

Massimizzare lo stock di carbonio

Conservare la redditività agricola e diversificare le fonti di reddito

Contenere l'artificializzazione dei suoli agricoli con particolare riferimento alla diffusione delle serre

MALTA

INDIVIDUAZIONE E MAPPATURA DEGLI ECOSISTEMI

Premessa

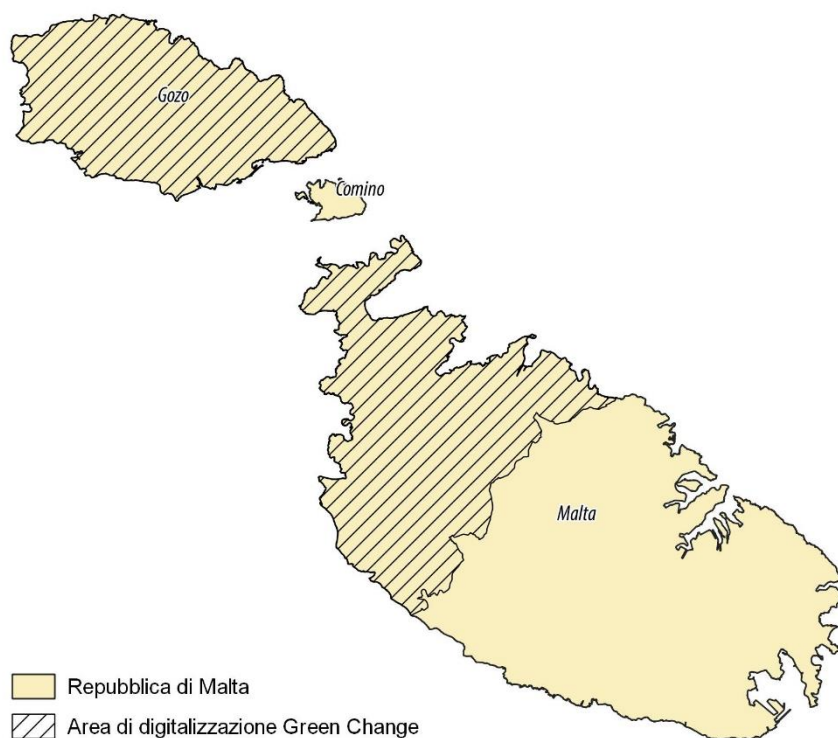
Nelle aree maltesi durante le prime fasi del progetto sono emerse due importanti problematiche che hanno indotto a ripensare la definizione delle aree pilota destinate alla realizzazione dei progetti dimostrativi:

1. L'assenza a Malta di associazioni strutturate di agricoltori, che, unita all'estrema frammentarietà della proprietà fondiaria, rende molto difficile trovare interlocutori per l'attuazione del progetto.
2. Le aree target inizialmente selezionate (Ghadira e Chadwick lakes) si sono rivelate, a seguito dei sopralluoghi effettuati, caratterizzate da attività agricole non intensive, e da una naturalità già marcata (soprattutto l'area Ghadira) su cui gli interventi previsti dal progetto potrebbero non avere l'incidenza auspicata.

Per questi motivi, si è ritenuto di prendere in considerazione anche l'isola di Gozo come possibile localizzazione dell'area pilota, in quanto essa appare più intensamente sfruttata dal punto di vista agricolo e presenta aziende agricole di maggiori dimensioni (e quindi più adatte per la realizzazione di interventi dimostrativi significativi). Pertanto l'area soggetta alla mappatura degli Ecosistemi è stata ampliata rispetto a quanto originariamente previsto fino a comprendere il quadrante nord di Malta e l'intera isola di Gozo per un totale di circa 158 km².

Il lavoro di individuazione, mappatura e classificazione degli ecosistemi è stato effettuato ad un'unica scala, approssimativamente corrispondente a 1:10.000, compatibile con il livello di approfondimento necessario alle elaborazioni successive anche in presenza di un margine di incertezza rispetto all'effettiva collocazione delle aziende che ospiteranno i progetti dimostrativi.

Figura 9 Area interessata dall'aggiornamento della cartografia di uso del suolo

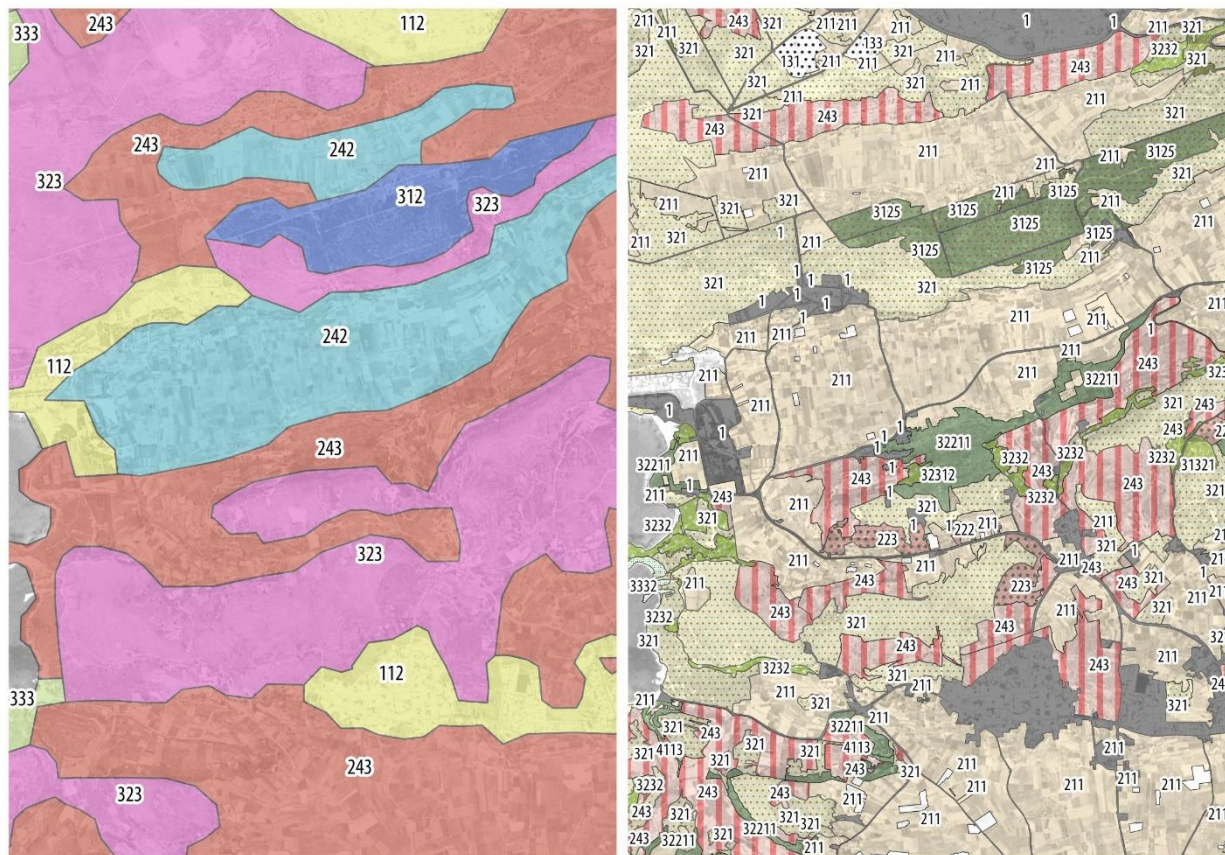


Aggiornamento cartografico scala 25:000

Analogamente a quanto sperimentato nel caso pontino, poiché gli ecosistemi sono stati individuati tramite aggregazione di classi di uso del suolo, è stato necessario un passaggio preliminare di adeguamento della cartografia di base. Nel caso maltese il passaggio ha richiesto un carico di lavoro supplementare rispetto alle previsioni dal momento che la risoluzione spaziale degli strati informativi disponibili si è rilevata inadeguata allo scopo¹⁶. Per questo motivo è stato necessario procedere alla realizzazione ex-novo di un dataset di uso del suolo approfondito al 3°- 4° livello della classificazione Corine Land Cover, con un ulteriore approfondimento al 5° livello tematico per alcune categorie delle classi 2 e 3 (vedi tab. 1).

¹⁶ Corine Land Cover 2018 (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-corine>)

Tabella 15 Estratto dalla Carta di uso del suolo originale (Corine Land Cover) e relativo aggiornamento.



L'attività è stata eseguita in ambiente GIS, utilizzando il sistema di riferimento EPSG:3045-ETRS89 / UTM zone 33N (N-E). La metodologia adottata per la realizzazione della carta e per la classificazione delle aree si è basata sulla fotointerpretazione delle ortofoto digitali fornite da Google Satellite. In alcuni casi si è ricorso anche all'utilizzo di Google Earth e Google street view o a confronti con ortofoto di Bing Maps.

A causa della mancanza di una base cartografica e di ortofoto più dettagliate, sono state riscontrate delle difficoltà di classificazione, le maggiori delle quali hanno riguardato le aree agricole collinari e in particolare quelle caratterizzate da coltivazioni a terrazza abbandonate, dove le dinamiche naturali spesso hanno prevalso sulla matrice agricola originaria suggerendo l'attribuzione di un codice della classe 3 ("territori boscati ed ambienti semi-naturali"). Un ulteriore elemento di complessità è derivato dal forte impatto di specie aliene, in particolare i canneti ad *arundo donax*, che pur se piantumate, essendo capaci di mantenersi autonomamente senza un intervento umano diretto, sono ormai entrate a far parte delle dinamiche evolutive naturali. A tali formazioni vegetali, in analogia in sede di mappatura degli ecosistemi alla scala di progetto nel caso pontino, è stata assegnata un codice specifico nella classe 4°. La tabella che segue riporta l'elenco delle classi di uso del suolo individuate nell'area di studio:

Tabella 16 Elenco delle classi di uso del suolo riscontrate nell'area interessata dall'aggiornamento cartografico

COD	Descrizione
1 – AREE ARTIFICIALI	
1	Aree urbanizzate
1124	Residenze con grandi spazi verdi annessi
123	Aree portuali
124	Aree aeroportuali ed eliporti
131	Aree estrattive
132	Discariche e depositi di rottami
133	Cantiere
141	Aree verdi urbane
142	Aree ricreative e sportive
1421	Campeggi e bungalows
143	Cimitero
2 – AREE AGRICOLE	
211	Seminativi in aree non irrigue
2112	Vivai in aree non irrigue
2113	Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue
221	Vigneti
222	Frutteti e frutti minori
223	Oliveti
243	Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali importanti
2243	Altre colture (eucalipti)
2441	Alberature autoctone in spazi agricoli (fasce frangivento)
3 – TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	
3116	Boschi a prevalenza di igrofite
3117	Boschi e piantagioni a prevalenza di latifoglie non native (robinia eucalipti ailanto)
3125	Boschi e piantagioni a prevalenza di conifere non native (douglasia pino insigne pino strobo)
3131	Boschi misti a prevalenza di latifoglie
31321	Boschi e piantagioni misti a prevalenza di pini mediterranei o cipressi
313	Boschi misti di conifere e latifoglie
321	Aree a pascolo naturale e/o praterie
32211	Arbusteto
32221	Pseudomacchia
3232	Macchia bassa e garighe
32311	Macchia alta retrodunale o interdunale
32312	Macchia alta interna e collinare
331	Spiagge sabbia nuda e dune con vegetazione erbacea psammofila
3321	Scogliera con vegetazione rada o assente
3322	Rupi e pareti interne con vegetazione casmofitica
333	Aree con vegetazione rada
3332	Calanchi
4 – ZONE UMIDE	
421	Paludi salmastre
422	Saline
4112	Canneti e giuncheti
4113	Arundo donax
4214	Vegetazione a dominanza di canneti/giuncheti (arundo donax)
5 – CORPI IDRICI	
5111	Fiumi torrenti e fossi
512	Bacini d'acqua
523	Aree al di là del limite delle maree più basse

Individuazione ecosistemi

Una volta predisposta una base dati idonea, l'individuazione degli ecosistemi si è svolta per aggregazione di classi di uso del suolo, in analogia a quanto prodotto per il caso pontino con alcuni adeguamenti in funzione delle diverse caratteristiche ambientali.

Nella tabella che segue sono evidenziati tutti gli ecosistemi individuati nell'area di studio maltese con indicazione delle categorie di usi del suolo che vi sono comprese ed una breve descrizione delle loro caratteristiche ecologiche principali.

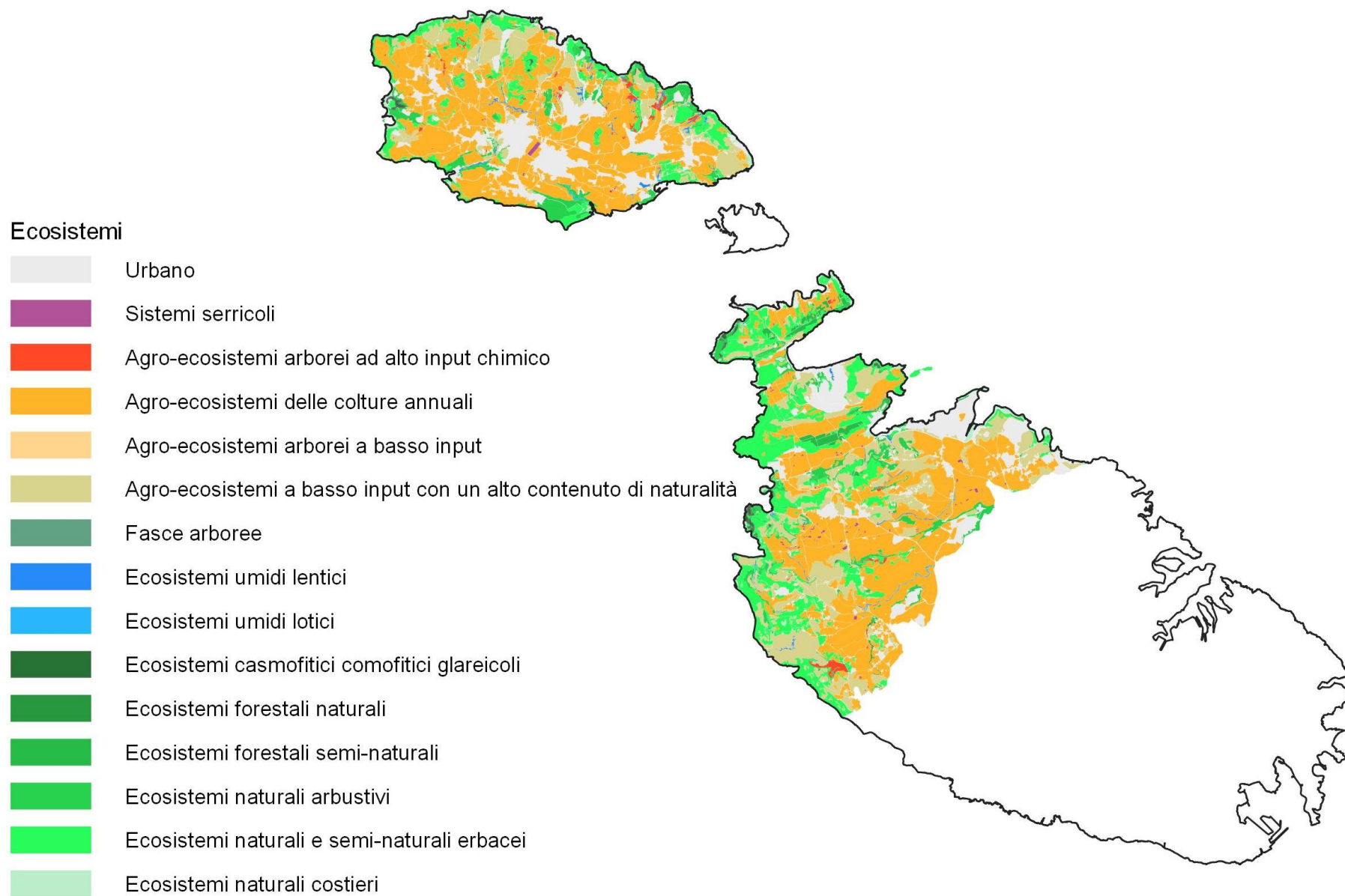
Tabella 17 Ecosistemi Greenchange, classi di uso del suolo corrispondenti e relativa descrizione

	ECOSISTEMI Greenchange	Categorie di uso del suolo (Classi CUS)	Descrizione
Ecosistemi naturali e seminaturali	Ecosistemi forestali naturali	3131 - Boschi misti a prevalenza di latifoglie	Ecosistemi naturali dominati da specie arboree autoctone. Poco diffusi sul territorio maltese, la loro importanza per la conservazione della biodiversità e i servizi ecosistemici è molto ridotta.
	Ecosistemi naturali arbustivi	32311 - Macchia alta retrodunale o interdunale 32312 - Macchia alta interna e collinare 3232 - Macchia bassa e garighe 32221 - Pseudomacchia 32211 - Arbusteto	Ecosistemi naturali dominati da specie arbustive autoctone. Rientrano in questi ecosistemi tappe secondarie appartenenti a più serie di vegetazione e quindi con caratteristiche climatiche e pedologiche diverse e tappe primarie di vegetazioni arbustive mediterranee di grande importanza per la biodiversità locale.
	Ecosistemi forestali semi-naturali	31321 - Boschi e piantagioni misti a prevalenza di pini mediterranei o cipressi 3117 - Boschi e piantagioni a prevalenza di latifoglie non native (robinia eucalipti ailanto) 313 - Boschi misti di conifere e latifoglie 3125 - Boschi e piantagioni a prevalenza di conifere non native (douglasia pino insigne pino strobo)	Ecosistemi semi-naturali dominati da specie arboree alloctone. Rientrano in questi ecosistemi molte tipologie forestali diverse di origine antropica che ricadono in serie di vegetazione diverse, le cui tappe mature sono state sostituite da impianti artificiali. Rientrano in questa categoria anche i boschi di neoformazione dominati da specie alloctone invasive che hanno sostituito la specie dominante autoctona.
	Ecosistemi naturali e semi-naturali erbacei	321 - Aree a pascolo naturale e/o praterie	Ecosistemi semi-naturali dominati da specie erbacee autoctone. Rientrano in questi ecosistemi tappe secondarie appartenenti a più serie di vegetazione e quindi con caratteristiche climatiche e pedologiche diverse.
	Ecosistemi casmofitici comofitici glareicoli	3332 - Calanchi 333 - Aree con vegetazione rada 3322 - Rupi e pareti interne con vegetazione casmofitica	Ecosistemi naturali dominati da specie erbacee e camefitiche autoctone, caratterizzati da una bassa copertura vegetazionale e una dinamica fenologica di breve durata (terofite annuali).

	Ecosistemi naturali costieri	331 - Spiagge sabbia nuda e dune con vegetazione erbacea psammofila 3321 - Scogliera con vegetazione rada o assente 523 - Aree al di là del limite delle maree più basse 422 - Saline 421 - Paludi salmastre	Ecosistemi costieri legati alle dinamiche ecologiche marine. Sono compresi in questi ecosistemi le spiagge, i sistemi dunali, le scogliere e sistemi di origine antropica ma ad alta naturalità (saline).
Ecosistemi umidi	Ecosistemi umidi lentic	4112 - Canneti e giuncheti 512 - Bacini d'acqua 4113 - Arundo donax	Ecosistemi legati ad ambienti acquatici lentic che comprendono superfici d'acqua di origine naturale o artificiale, gli ecosistemi umidi ripariali ad essi associati e gli ecosistemi palustri (wetlands). Sono ecosistemi poco diffusi nell'area Maltese che rivestono una grande importanza proprio per la loro intrinseca rarità, sebbene il loro stato di conservazione non sia in alcun caso buono.
	Ecosistemi umidi lotici	511 - Fiumi torrenti e fossi 3116 - Boschi a prevalenza di igrofite 4214 - Vegetazione a dominanza di canneti/giuncheti (arundo donax)	Corsi d'acqua con larghezza d'alveo variabile, questa classe raggruppa indistintamente fiumi, canali e torrenti, a carattere naturale e artificiale, importanti come corridoi ecologici primari o secondari. L'ecosistema lotico è dinamico, caratterizzato da periodi di piena e momenti di magra e i processi ecosistemici non si limitano a influenzare solo la superficie dell'acqua, quindi l'ambito di pertinenza di questi ecosistemi si allarga anche alla vegetazione ripariale ad essi connessa. Localmente tale sistema, assieme agli elementi lineari presenti nel territorio (fasce arborate, fasce arborate igrofile), costituisce anche un elemento di unione e di collegamento (corridoio ecologico) tra i diversi sistemi ambientali e mantiene un certo grado di continuità ecologica tra le aree forestali altrimenti isolate. I corridoi ecologici hanno la caratteristica di essere delle strisce di territorio differente dalla matrice in cui sono inseriti. Quindi la loro funzione principale è quella di consentire alla fauna spostamenti da una zona relitta ad un'altra, di rendere accessibili zone di foraggiamento altrimenti irraggiungibili, offrire nicchie ecologiche specifiche, oltreché di aumentare il valore estetico del paesaggio. Tali elementi costituiscono importanti corridoi biologici per specie vegetali ed animali e contribuiscono localmente all'aumento della diversità ambientale e alla dinamica dell'ecosistema agricolo dato che possono costituire siti idonei per il rifugio della fauna.

Agro ecosistemi	Agro-ecosistemi arborei a basso input	221 - Vigneti 223 - Oliveti 2243 - Altre colture (eucalipti) 222 - Frutteti e frutti minori	Comprende le colture permanenti e le aree agricole con colture annuali associate a colture permanenti, diffuse nelle pianure secondarie e, spesso, risalgono fino alle zone pedemontane e montane, in cui sono rappresentate da unità di minori dimensioni. In generale, queste unità sono sistemi ecologici che, pur se soggetti ad un forte determinismo antropico, e mancanti quindi di valore di naturalità, assumono in ogni caso un'importante funzione ecologica poiché sistemi produttivi primari. Essi, infatti, esportano biomassa vegetale pur avendo necessità d'approvvigionamenti energetici ed idrici dall'esterno per compensare i periodi di maggiore stress stagionale. Essi inoltre assolvono un ruolo di cuscinetto tra le aree più densamente antropizzate o intensive (edificati urbani) e quelle più naturali esterne alle aree urbane. Le aree agricole infine, forniscono fonti alimentari a numerose specie animali e costituiscono altresì areali di caccia per molte specie predatrici.
	Agro-ecosistemi a basso input con un alto contenuto di naturalità	243 - Aree prevalentemente occupate da coltura agraria con presenza di spazi naturali importanti	Aree soggette ad uno sfruttamento agricolo di bassa intensità, in cui le aree naturali dominate principalmente da ecosistemi arbustivi mediterranei si intervallano e compenetrano con agro-ecosistemi delle colture annuali e, più raramente, con agro-ecosistemi arborei a basso input.
	Agro-ecosistemi arborei ad alto input chimico	2112 - Vivai in aree non irrigue 222 - Frutteti e frutti minori	Comprende colture permanenti di specie legate alla tradizione agricola locale, gestite con tecniche dell'agricoltura tradizionale e non biologica.
	Agro-ecosistemi delle colture annuali	2113 - Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue 211 - Seminativi in aree non irrigue	Comprende le aree agricole a coltivazione irrigua e intensiva delle aree pianeggianti; sono presenti anche seminativi estensivi, ma estremamente ridotti rispetto ai precedenti. A livello ecologico costituiscono una barriera per le specie vegetali e un filtro per il passaggio di alcune specie animali, più generaliste, con maggiore plasticità ecologica e home range di dimensioni apprezzabili.
	Fasce arboree	2441 - Alberature autoctone in spazi agricoli (fasce frangivento)	Unità arboree da considerare funzionalmente lineari e come fasce frangivento, utili anche a livello ecologico; non sono estese e di grande importanza come nella pianura pontina, ma comunque tale sistema costituisce un elemento d'unione e di collegamento (corridoio ecologico) tra i diversi sistemi ambientali, e mantiene un certo grado di continuità ecologica tra le aree semi-naturali altrimenti isolate.

	Sistemi serricoli	2113 - Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	Comprende le aree agricole a coltivazione intensiva caratterizzate dalla presenza stabile di serre. A livello ecologico rappresentano una barriera significativa per tutte le specie vegetali e animali. A livello agronomico, oltre a svincolare molte lavorazioni dalle condizioni ecologiche stagionali, proteggere le colture da agenti meteorologici e favorire rese maggiori, possono consentire un certo risparmio nel consumo di acqua, una maggiore efficacia potenziale delle tecniche di lotta biologica e con ricorso minore a fitofarmaci e diserbanti.
Sistemi artificiali	Urbano	Tutte le classi di superfici artificiali	Ecosistemi artificiali a bassissima naturalità in cui sopravvivono solo le specie sinantropiche



MAPPATURA E VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

Nell'area maltese non è stato possibile completare la mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici alla scala dei progetti dimostrativi così come previsto dall'AF, in quanto non sono state ancora individuate le aree che ospiteranno i progetti dimostrativi. Al momento è stato possibile effettuare solo le prime mappature a scala territoriale dei seguenti servizi: carbon storage, e servizi culturali.

Valutazione del S.E. Stoccaggio di carbonio

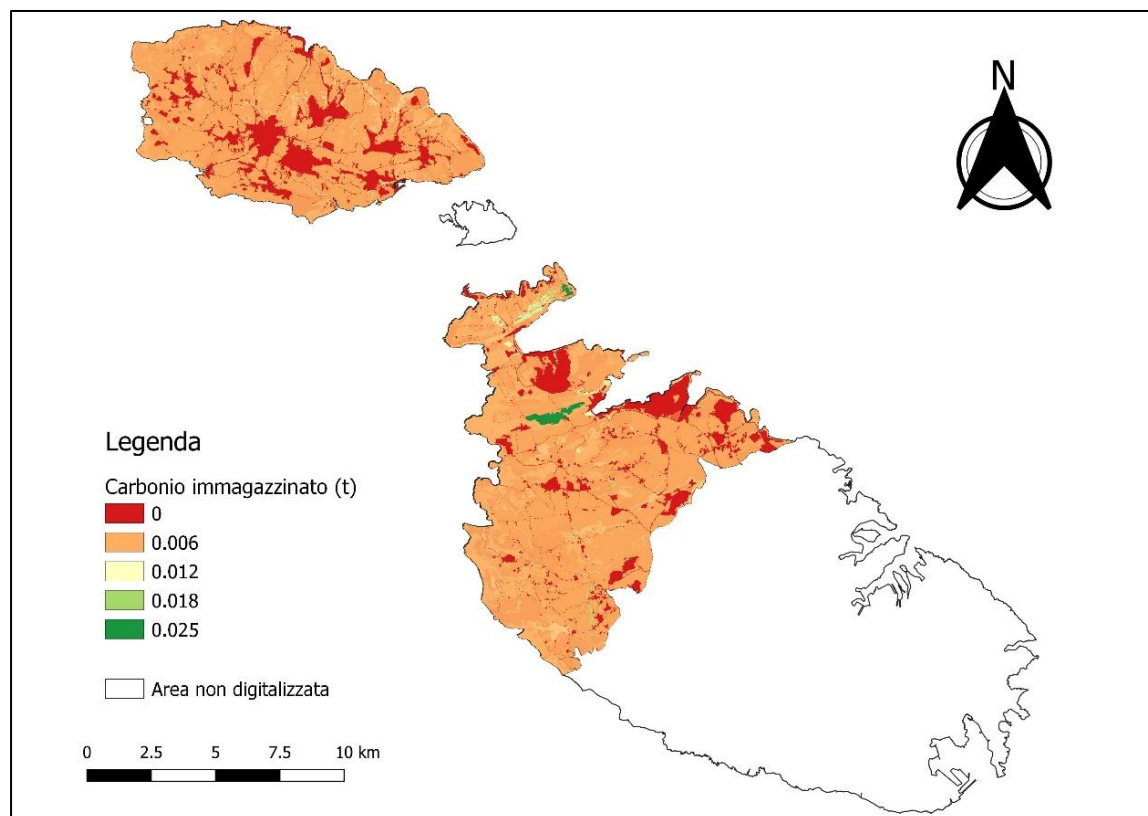
Metodo applicato

È stato applicato il modello "Carbon Storage" di InVEST. Tale strumento stima la quantità di carbonio stoccato in base ai diversi usi del suolo, considerando i quattro pools di carbonio individuati a livello internazionale dall'IPCC: biomassa epigea, biomassa ipogea, sostanza organica morta e suolo. Gli input richiesti da tale modello sono un raster (risoluzione di 1m) rappresentante le classi di uso del suolo dell'area di interesse e uno strumento tabellare che mette in relazione la quantità di carbonio stoccato (t/ha) da ogni classe di uso del suolo, ripartito nei quattro pools precedentemente elencati. Quest'ultimo dato è stato ottenuto dai risultati pubblicati nel Secondo Inventario Forestale Nazionale (INFC 2005) e dal report pubblicato nel 2006 dall'IPCC "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories". Il software è stato così in grado di calcolare la sommatoria del carbonio trattenuto dai vari usi del suolo dalle quattro componenti naturali ed ha fornito delle cartografie tematiche, con risoluzione di 1m, e un valore quantitativo del carbonio stoccato nell'area di studio.

Risultati di baseline e variazioni attese alla scala dei progetti dimostrativi

Il territorio considerato in questo studio risulta non avere una grande capacità di immagazzinare il carbonio, come si vede dalla figura nella pagina successiva. Questo vale soprattutto per l'isola di Gozo, mentre le uniche zone in grado di fornire questo servizio ecosistemico sono i boschi di conifere presenti nella zona settentrionale di Malta. Queste sono infatti le uniche aree forestali naturali dell'intero territorio, principalmente occupato da seminativi in aree non irrigue e da insediamenti urbani. Il carbonio totale stoccato nel territorio considerato è di 853.787,21 t.

Figura 10 – Cartografia che rappresenta su scala cromatica la quantità di carbonio carbonio stoccato, prodotta dal software InVEST.



Valutazione dei S.E. culturali

La valutazione dei Servizi culturali è stata condotta utilizzando le recensioni presenti su google maps, relative alle aree in cui verranno realizzati i progetti dimostrativi. Grazie alle recensioni è stato possibile valutare la fornitura dei servizi culturali elencati in precedenza.

Dalla valutazione effettuata è possibile affermare che le aree che forniscono più servizi culturali sono la Riserva Ghadira e Ta'mena. Ciò si evince sia dal numero di recensioni e di foto, ma anche dal contenuto dei commenti. Per la riserva Ghadira appare evidente la possibilità di intraprendere passeggiate e fare birdwatching ed è evidenziato anche il suo patrimonio paesaggistico. Anche Ta'mena è un luogo dove poter passeggiare in un territorio naturale, e inoltre in quest'area è possibile partecipare ad eventi enogastronomici. Diversamente da questi siti, gli altri due appaiono più poveri di recensioni. Il Lago Chadwick permette ai visitatori di intraprendere passeggiate immersi nella natura, oltre ad offrire un'importante esperienza estetica grazie alle sue cascate. Magro Bros, invece, non fornisce servizi culturali ed ha una valutazione molto bassa.

	n° di recensioni	n° di foto	Valutazione media	Servizi culturali					
				3.1.1.1	3.1.1.2	3.1.2.1	3.1.2.2	3.1.2.3	3.1.2.4
Chadwick lakes	49	34	4,2	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Ghadira Reserve	399	801	4,4	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Magro Bros	4	18	3,8	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Ta'mena	167	235	4,4	✓	✓	✗	✓	✓	✗

ALLEGATI