

B.10 Strumento per la valutazione e quantificazione dei servizi ecosistemici



Parte 1

Riassunto WebGIS esistenti



Il progetto “Making Public Goods Provision the Core Business of Natura 2000” (n. di progetto LIFE+11 ENV/IT/000168, CUP B81H12000580004) è cofinanziato dal fondo europeo LIFE+. Gode inoltre dei fondi messi a disposizione dal Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare e dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

Il progetto è coordinato da:
Consorzio Universitario per la Ricerca Socioeconomica e per l'Ambiente (CURSA)
Via Palermo, 37, I-00184 Roma
www.lifemgn-serviziecosistemici.eu

Report dell'azione B10:

Strumento per la valutazione e quantificazione dei servizi ecosistemici Parte 1: Risassunto WebGIS esistenti

Report elaborato da:

Uta Schirpke, Claudio De Marco

Accademia Europea di Bolzano (EURAC), Istituto per l'Ambiente Alpino
Viale Druso 1, I-39100 Bolzano
www.eurac.edu

© Bolzano, febbraio 2014

Citazione: Schirpke, U. & De Marco, C. (2014) Strumento per la valutazione e quantificazione dei servizi ecosistemici: Parte 1: Risassunto WebGIS esistenti. Report del progetto Making Good Natura (LIFE+11 ENV/IT/000168), EURAC research, Bolzano, p. 18.

Partner del progetto:



Indice

1	Introduzione	4
2	WebGIS esistenti	5
2.1	SoilConsWeb	5
2.2	REWETLAND.....	6
2.3	FaceCoast.....	6
2.4	HABEaS	7
2.5	Lakes Ecosystem Service.....	8
3	Tool e software	9
3.1	ARIES ARTificial Intellegence for Ecosystem Services	9
3.2	INVEST: INTe grated Valuation of Enviromental Services and Tradeoffs	10
3.3	SolVES: Social Values for Ecosystem Services.....	12
4	WebGIS LIFE+ Making Good Natura	14
4.1	Visualizzazione dei risultati.....	15
4.2	Strumenti di navigazione e visualizzazione	16
5	Bibliografia.....	18

Indice delle tabelle

Tabella 1: Caratteristiche dei diversi WebGIS analizzati.	5
--	---

Indice delle figure

Figura 1: Tre entità spaziali coinvolte nei flussi di SE secondo il sistema ARIES (Villa et al., 2009).	9
Figura 2: Esempio di un modello bayesiano per il sequestro del carbonio (Bagstad et al., 2011).	10
Figura 3: Dati di base per calcolare la qualità degli habitat (Tallis et al., 2013).	11
Figura 4: Schema concettuale del sequestro di carbonio (Tallis et al., 2013).	12
Figura 5: Schema concettuale di SolVES 2.0 (Sherrouse & Semmens, 2012).	13
Figura 6: Esempio di output di SolVES 2.0 (Sherrouse & Semmens, 2012).	13
Figura 7: Esempio WebGIS LIFE+ MGN: mappa degli habitat per il sito 'Monti Alburni'.	14
Figura 8: Fornitura potenziale del SE 'protezione dei dissesti idrologici' per la 'Riserva Regionale Lanca di Gerole'.	15

1 Introduzione

La crescente necessità di accedere, elaborare e condividere dati geospaziali da parte di utenti diversificati sia nella localizzazione che nell'utilizzo dei dati stessi ha richiesto lo sviluppo di quella che è stata definita "distributed geographic information", riferendosi con questo termine all'utilizzo delle tecnologie di internet per distribuire le informazioni geografiche in una molteplice varietà di forme: mappe, immagini, data-sets, operazioni di analisi e reports (Plewe, 1997). Internet può essere considerato come un sistema di trasmissione dell'informazione capace di connettere centinaia di migliaia di reti di telecomunicazioni, e può essere utilizzato insieme ad altri sistemi (che includono le comunicazioni wireless e intranet) per facilitare l'accesso, la condivisione, l'elaborazione e la disseminazione delle informazioni geografiche e l'utilizzo delle analisi spaziali (Zhong-Ren P. et al., 2003).

Il servizio di WebGIS rappresenta una delle risposte a queste pressanti richieste e può essere definito come un sistema informativo geografico (GIS) pubblicato in Internet. Con un WebGIS le tradizionali applicazioni DesktopGIS possono essere implementate su un web server (anche detto map server) consentendo l'interazione attraverso la rete con la cartografia e con i dati ad essa associati. Le possibilità di elaborazione dati offerte dalle interfacce web sono ad oggi sicuramente ancora limitate rispetto a quelle dei programmi Desktop GIS, ma è possibile comunque effettuare interrogazioni e analisi mirate. Il punto di forza dei WebGIS risiede principalmente nel fatto che le informazioni possono essere rese disponibili indipendentemente dalla piattaforma, dall'installazione e dal luogo e sono consultabili tramite applicazioni di tipo Client, che possono essere generiche (browser web) o specifiche (software GIS).

Esistono varie tipologie di WebGIS, di complessità crescente (Zhong-Ren P. et al., 2003):

- a. semplice pubblicazione di mappe statiche: immagini statiche in formato grafico come pdf, gif o jpeg (Static Map Publishing)
- b. possibilità degli utenti di effettuare richieste da un browser Web attraverso moduli HTML personalizzati: le richieste vengono inviate attraverso un server HTTP alle macchine GIS che creano una mappa-immagine, sulla base della richiesta dell'utente, che viene poi inviata via HTTP all'utente sul browser WEB (Static Web Mapping).
- c. aggiunta di una maggiore interattività utilizzando script HTML dinamici e o applicazioni client-side come plug-ins, Active-X controls e Java applets (Interact Web Mapping).
- d. possibilità dei componenti GIS nel Web client side di comunicare direttamente con altri componenti GIS sul server senza passare attraverso un server HTTP (Distributed GIServices).

2 WebGIS esistenti

Sono stati analizzati 5 WebGIS legati in vario modo ai servizi ecosistemici (SE) e per ciascuno di questi è stato valutato il tipo di servizio offerto (Tabella 1).

Tabella 1: Caratteristiche dei diversi WebGIS analizzati.

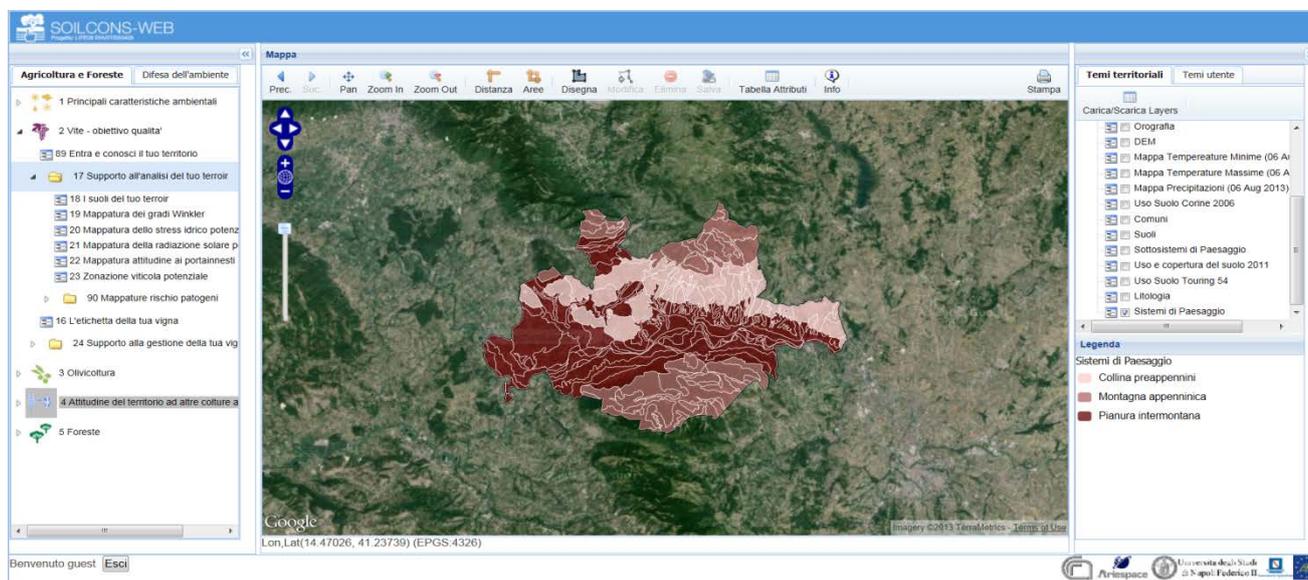
Servizio offerto	SoilConsWeb	Rewetland	FaceCoast	HABEaS	Lakes ES
Visualizzazione	SI	SI	SI	SI	SI
Info associata (attributi)	SI	SI	SI	SI	SI
Query/Tools per elaborazioni	SI	NO	SI	NO	SI
Download mappe	NO	SI	SI	SI	NO
Download dati	SI	NO	NO	NO	NO
Upload	NO	NO	SI	NO	NO
Manuale/Istruzioni	SI	NO	NO	SI	SI

2.1 SoilConsWeb

Multifunctional Soil Conservation and Land Management through the Development of a Web Based Spatial Decision Supporting System

<http://www.landconsultingweb.eu/>

Il progetto SoilConsWeb si pone lo scopo di sviluppare ed implementare uno strumento innovativo di supporto ai gestori del territorio nelle decisioni relative alla conservazione del suolo e del paesaggio, sviluppato attraverso il web: WS-DSS (Web-based Spatial Decision Supporting System). Lo strumento contiene diversi strati informativi spaziali relativi al suolo e al paesaggio, ed è reso liberamente accessibile ed utilizzabile da privati, enti pubblici ed altri soggetti interessati attraverso il web, mediante un normale collegamento ad internet. Accedendo al sistema all'indirizzo www.landconsultingweb.eu, si ottengono consulenze che permettono agli utenti, utilizzando strumenti di analisi (tools), di produrre documenti, relazioni e mappe su tematiche relative all'agricoltura e all'ambiente.

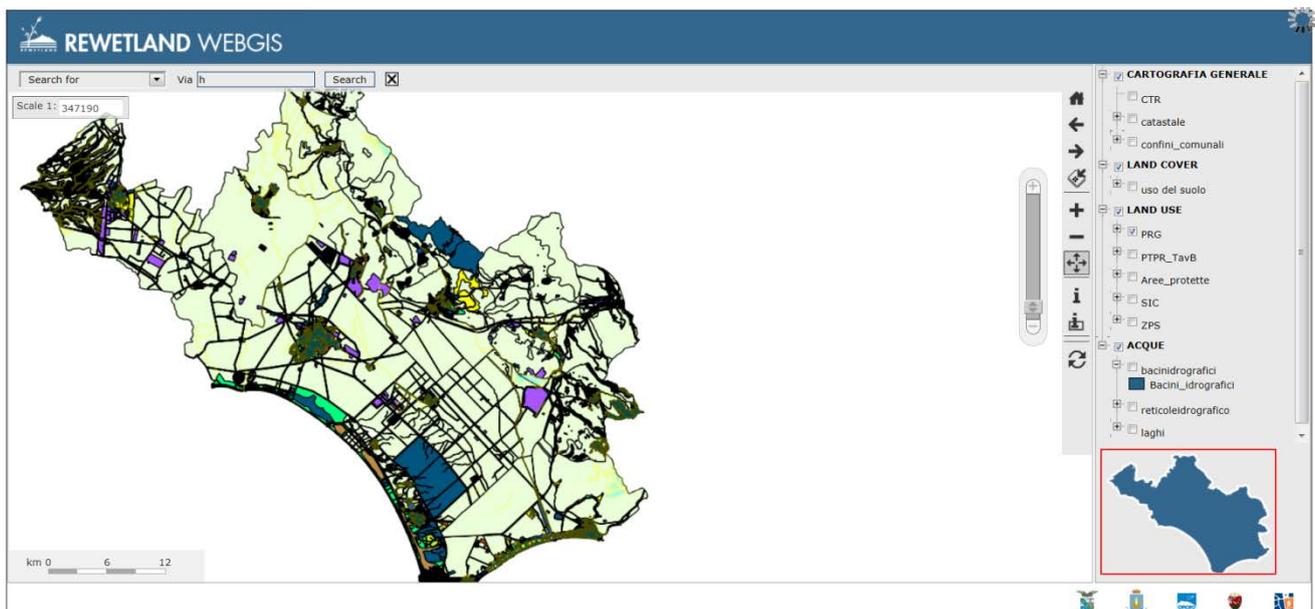


2.2 REWETLAND

Widespread introduction of constructed wetlands for a wastewater treatment of Agro Pontino

<http://www.rewetland.eu/life/>

Il progetto Rewetland prevede la redazione di un Programma integrato di Riqualificazione Ambientale attraverso la sperimentazione e lo sviluppo di una serie di trattamenti biologici per la riduzione dell'inquinamento diffuso da fitofarmaci e la bio-attenuazione dei carichi inquinanti con l'impiego di strumenti di fitodepurazione diffusa quali fasce ecotonali, ecosistemi filtro e zone umide artificiali. Attraverso un WebGIS dedicato è possibile visualizzare le aree interessate e consultare alcuni layers specifici pre-caricati.

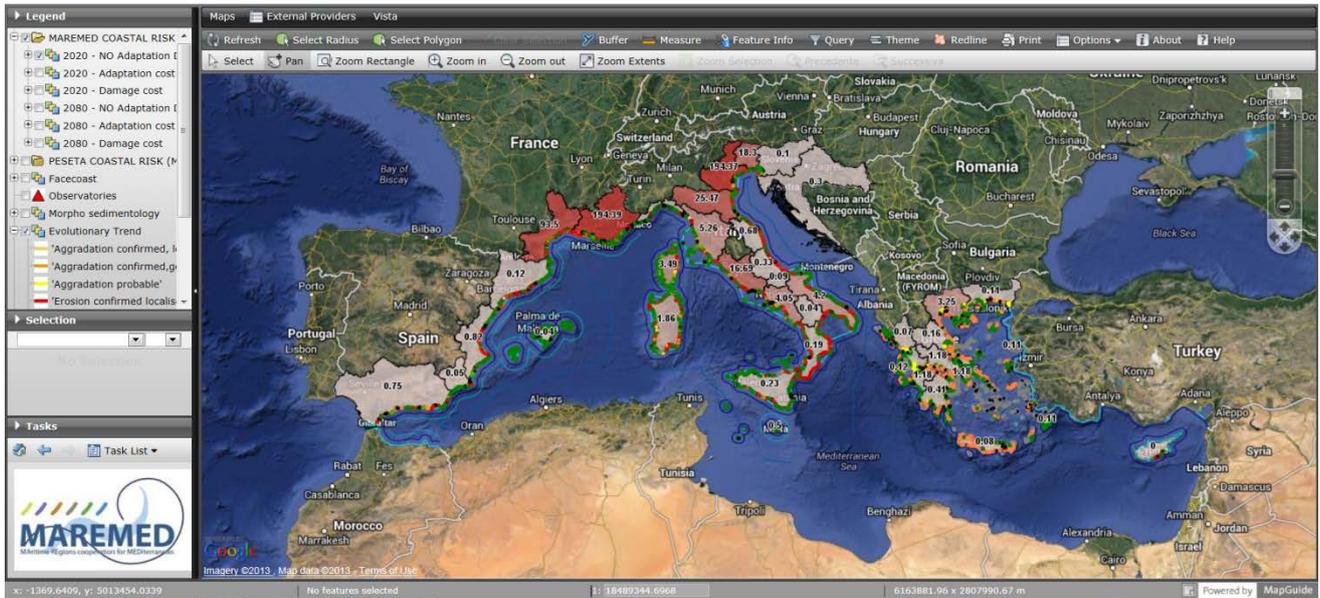


2.3 FaceCoast

FACE the challenge of climate change in the med COASTal zones

<http://www.facecoast.eu/>

È un gruppo di lavoro il cui obiettivo è quello di promuovere e realizzare uno spazio di scambio sulla difesa costiera del Mediterraneo contro l'erosione e i pericoli di inondazione e i conseguenti rischi, tenendo conto della strategia di gestione integrata delle zone costiere e delle esperienze extra-mediterranee. Il Webgis collegato permette di visualizzare layer contenenti mappe pre-elaborate e su queste eseguire una serie di interrogazioni (buffer, measures, query, visualizzazione di temi, ecc.).

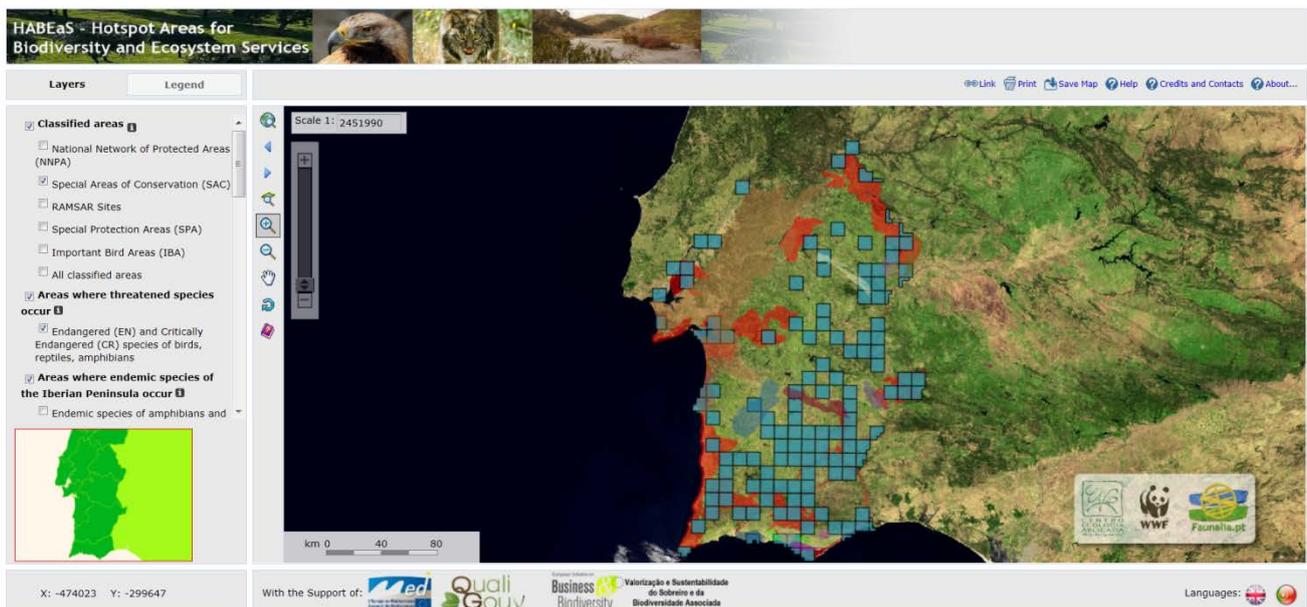


2.4 HABEaS

Hotspot Areas for Biodiversity and Ecosystem Services

<http://www.habeas-med.org>

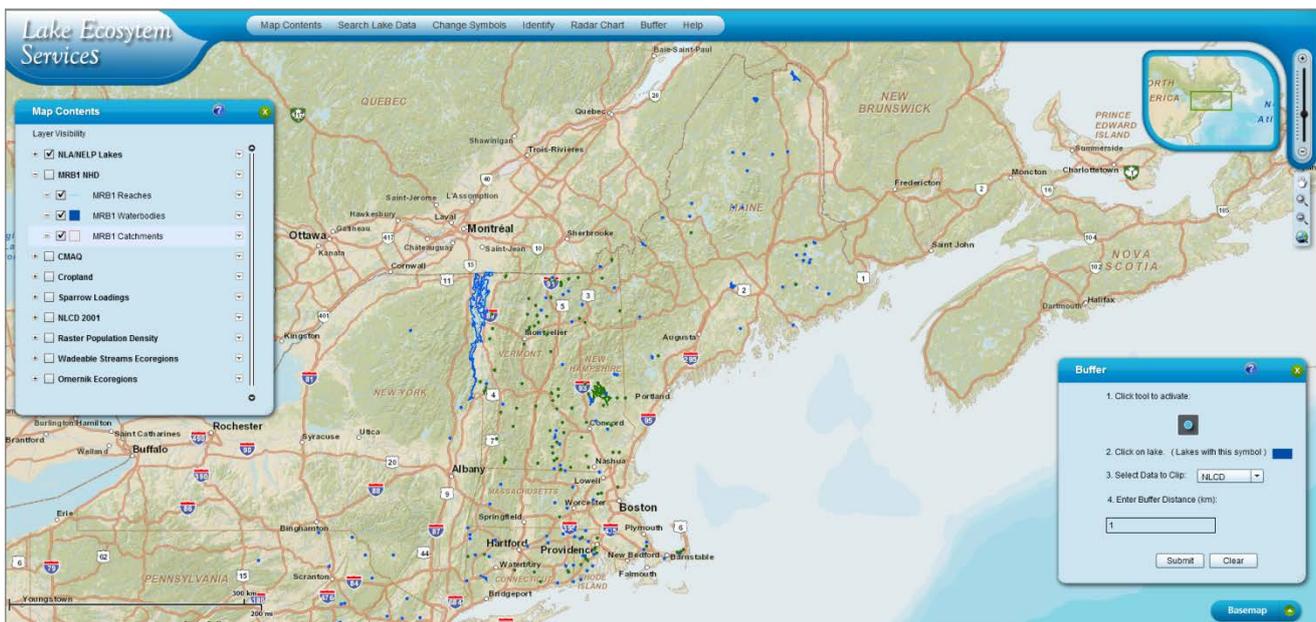
HABEaS è una piattaforma virtuale creata per consentire agli stakeholders di esplorare il loro capitale naturale e di tutte le possibilità derivanti dalla biodiversità e l'economia degli ecosistemi. Oltre ad avere una sezione con notizie, una biblioteca con documenti e rapporti sull'economia degli ecosistemi, incentrata principalmente sul Mediterraneo, una sezione con articoli scritti da specialisti, rende disponibile gratuitamente l'uso di uno strumento WebGIS, che permette a chiunque di accedere ad una notevole quantità di informazioni geografiche relative Aree di Conservazione di alto valore per la biodiversità e i SE situate nel sud del Portogallo.



2.5 Lakes Ecosystem Service

<http://www.epa.gov/aed/lakesecoservices/apex/index.html>

La Divisione Ecologia Atlantica (AED) svolge attività di ricerca per migliorare la comprensione degli effetti delle attività umane sulla terra e le acque della costa atlantica. L'obiettivo di questo specifico programma di ricerca è quello di rispondere alle esigenze dei gestori dei laghi e dei ricercatori, attraverso una serie di strumenti tesi a favorire una migliore comprensione dei legami tra le decisioni di gestione che influenzano i flussi di nutrienti e i SE selezionati. Il WebGIS offre una visualizzazione geospaziale, la possibilità di query e di strumenti di analisi sulla base dei dati raccolti nell'ambito delle ricerche effettuate sui SE nei laghi. Con i vari strumenti forniti nel GIS online, a partire dal set di dati forniti, è possibile condurre analisi di buffer intorno ai laghi e sintetizzare serie di dati fondamentali, effettuare query e generare grafici radar multivariati di dati sulla qualità delle acque, creare e stampare le mappe.



3 Tool e software

3.1 ARIES ARTificial Intelligence for Ecosystem Services

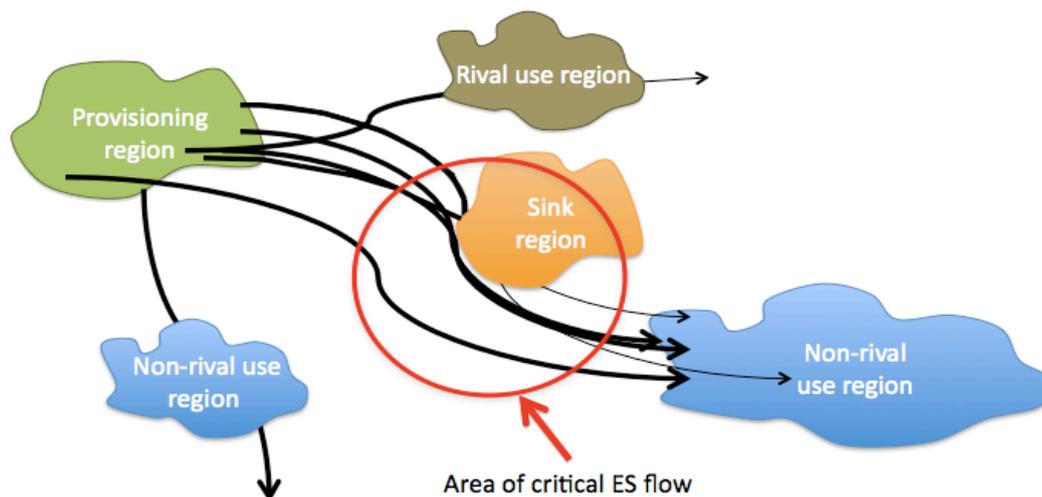
<http://www.ariesonline.org>

ARIES è un progetto nato con lo scopo di fornire una intelligente valutazione dei servizi ecosistemici (ESAV, Ecosystem Service Assessment and Valuation) utile alla comprensione e quantificazione dei beni ambientali e dei fattori che influenzano i loro valori, per specifiche aree geografiche e in base alle esigenze degli utenti e delle priorità.

È una tecnologia web-based, open-source, offerta agli utenti di tutto il mondo, in grado di codificare le conoscenze ecologiche e socio-economiche per mappare la fornitura, l'utilizzo e i flussi di benefici degli ES, attraverso un processo di integrazione automatica dei dati utilizzando un ampio database con il contributo di dati GIS su scala globale e locale e modelli di SE.

ARIES mappa la localizzazione della fornitura potenziale di SE ("source"), i loro utenti ("users"), e le caratteristiche biofisiche che possono diminuire i flussi di servizio ("sink"), utilizzando modelli deterministici di processi ecologici o modelli bayesiani ad hoc. ARIES attraverso una famiglia di algoritmi di flusso mappa il flusso di servizio effettivo dagli ecosistemi alle persone (es. attraverso reti idrologico o di trasporto, di prossimità, o linee di vista). I modelli di source, sink, e di utilizzo quantificano questi valori in unità comuni, sia concrete (es ton. di CO₂, millimetri di acqua, kg di pesce) o più astratte (es. il valore estetico o la ricreazione di qualità del sito, misurata da 0-100).

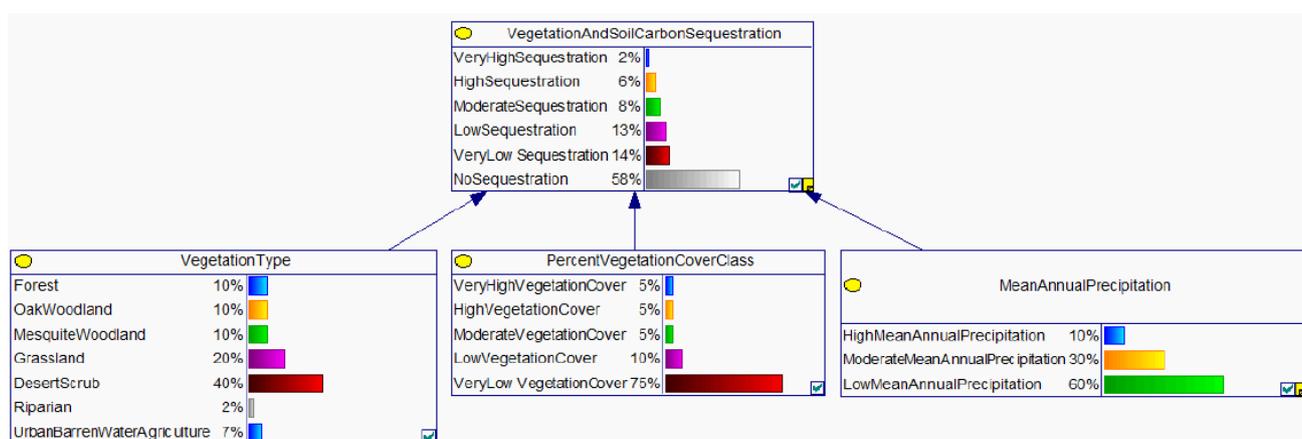
Figura 1: Tre entità spaziali coinvolte nei flussi di SE secondo il sistema ARIES (Villa et al., 2009).



Al momento sono attivi e completi i moduli relativi ai seguenti 8 SE:

- Carbon sequestration and storage
- Flood regulation
- Coastal flood regulation
- Aesthetic views and open space proximity
- Freshwater supply
- Sediment regulation
- Subsistence fisheries
- Recreation

Figura 2: Esempio di un modello bayesiano per il sequestro del carbonio (Bagstad et al., 2011).



3.2 InVEST: INtegrated Valuation of Enviromental Services and Tradeoffs

<http://www.naturalcapitalproject.org/InVEST.html>

InVEST è una tecnologia open source costituita da una famiglia di strumenti di modellazione, basati su funzioni di produzione, in grado di misurare, stimare e mappare il potenziale degli ecosistemi nella fornitura di beni e servizi che l'uomo riceve.

Lo scopo di InVEST è quello di supportare i decisori nella valutazione dei trade-offs associati alle varie opzioni politiche, e nell'identificazione delle aree in cui gli investimenti nei SE possono migliorare lo sviluppo umano e la conservazione degli ecosistemi. Gli output forniti infatti descrivono le risorse naturali in termini di approvvigionamento biofisico, di servizi che forniscono agli esseri umani, o una proiezione del loro valore socioeconomico. Questi output forniscono perciò un quadro di riferimento per i governi, le aziende, le banche di sviluppo, le organizzazioni di conservazione e di altre decisori per valutare gli effetti le loro decisioni avranno sull'ambiente e sul benessere umano.

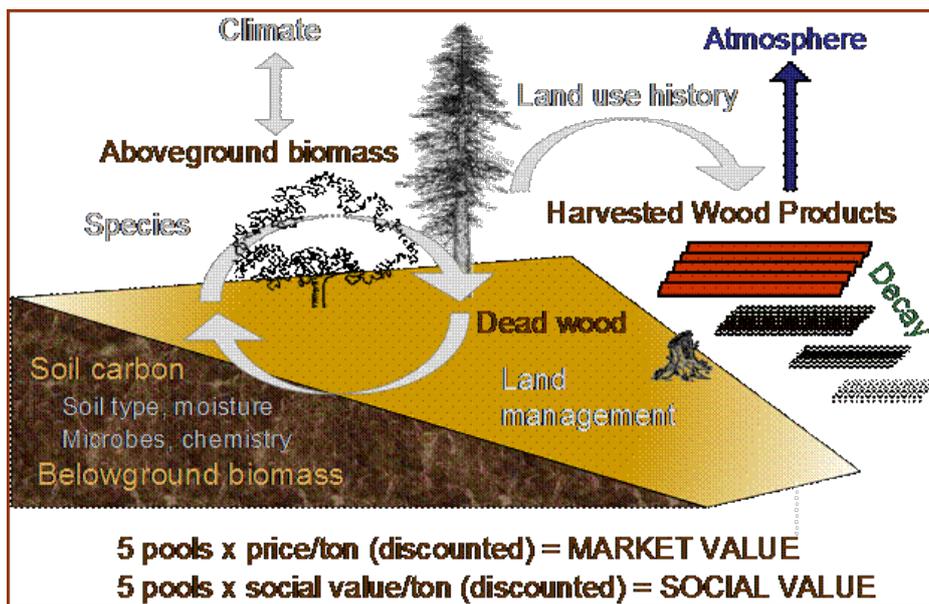
Attualmente InVEST include 15 modelli che analizzano aspetti differenti di ambienti marini e terrestri:

- **Aesthetic Quality:** mappa la visibilità delle caratteristiche di un paesaggio marino o terrestre
- **Biodiversity:** caratterizza la qualità degli habitat e quantifica le relative perdite di habitat
- **Carbon:** quantifica e stima lo stoccaggio e il sequestro di carbonio negli ecosistemi terrestri
- **Coastal Protection:** quantifica e stima i benefici degli habitat litoranei per la protezione delle coste
- **Coastal Vulnerability:** valuta il rischio delle aree litoranee relativo alle tempeste
- **Crop Pollination:** quantifica e stima il contributo degli impollinatori selvatici nella produzione agricola.
- **Habitat Risk Assessment:** valuta il rischio relativo ai fattori antropogenici per gli habitat marini e terrestri
- **Managed Timber Production:** valuta la raccolta di legna
- **Marine Fish Aquaculture:** stima il peso del raccolto e il valore del salmone d'allevamento
- **Marine Water Quality:** modella la concentrazione di inquinanti nel mare
- **Offshore Wind Energy:** misura il potenziale del vento nella generazione di elettricità sopra gli oceani e nelle ampie superfici dei laghi.
- **Overlap Analysis:** identifica le aree di potenziale conflitto tra i vari usi umani
- **Reservoir Hydropower Production:** quantifica la quantità e il valore di energia idroelettrica prodotta da un serbatoio d'acqua
- **Sediment Retention:** quantifica la perdita di suolo e la ritenzione e stima il costo evitato dal trattamento delle acque o dal dragaggio.
- **Water Purification:** quantifica la ritenzione dei nutrienti, e stima il costo evitato dal trattamento delle acque
- **Wave Energy:** modella e stima la raccolta di energia dagli impianti del moto ondoso.

Figura 3: Dati di base per calcolare la qualità degli habitat (Tallis et al., 2013).

InVEST Data and Model Inventory				
	Step	Data requirements	Process	Outputs
Biodiversity: Habitat Quality and Rarity (Tier 0)				
Required	Supply	Current Land use/land cover	Calculate habitat quality and degradation based on threat intensity and sensitivity	Habitat degradation index; Habitat quality index
		Threat impact distance		
Relative threat impact weights				
Form of threat decay function				
Threat maps				
Habitat suitability (optional: by species group)				
Habitat sensitivity to threats				
Half saturation constant				
Optional	Supply	Protected status	Calculates rarity of current and/or future habitat types relative to baseline; calculates quality and degradation of baseline based on threat intensity and sensitivity	Relative habitat rarity index for current and/or future land use/land cover; Degradation and quality for baseline
		Baseline land use/land cover		
		Future land use/land cover	Calculates quality and degradation of future scenario based on threat intensity and sensitivity; optionally calculates habitat rarity relative to baseline	Habitat degradation, quality and optionally rarity for future scenario

Figura 4: Schema concettuale del sequestro di carbonio (Tallis et al., 2013).



3.3 SolVES: Social Values for Ecosystem Services

<http://solves.cr.usgs.gov/>

SolVES è uno strumento progettato per valutare, mappare e quantificare i valori sociali percepiti dei SE, come l'estetica e la ricreazione. L'obiettivo è quello di fornire uno strumento di pubblico dominio a decisori e ricercatori per la valutazione del valore sociale degli ecosistemi e per facilitare le discussioni tra le diverse parti interessate per quanto riguarda i compromessi tra le diverse opzioni di gestione in una varietà di contesti fisici e sociali, che vanno dalla foresta e i pascoli alle coste e i mari.

Il valore ottenuto deriva da una combinazione di risposte spaziali e non del valore pubblico, di sondaggi sulle preferenze e parametri calcolati che caratterizzano l'ambiente sottostante, come la distanza media dall'acqua o dal paesaggio dominante. Nella nuova release viene introdotta anche la flessibilità per gli utenti di definire le proprie tipologie di valore sociale ed impieghi pubblici, di modellare qualsiasi numero e tipo di variabili ambientali, e modificare la risoluzione spaziale di analisi.

Figura 5: Schema concettuale di SolVES 2.0 (Sherrouse & Semmens, 2012).

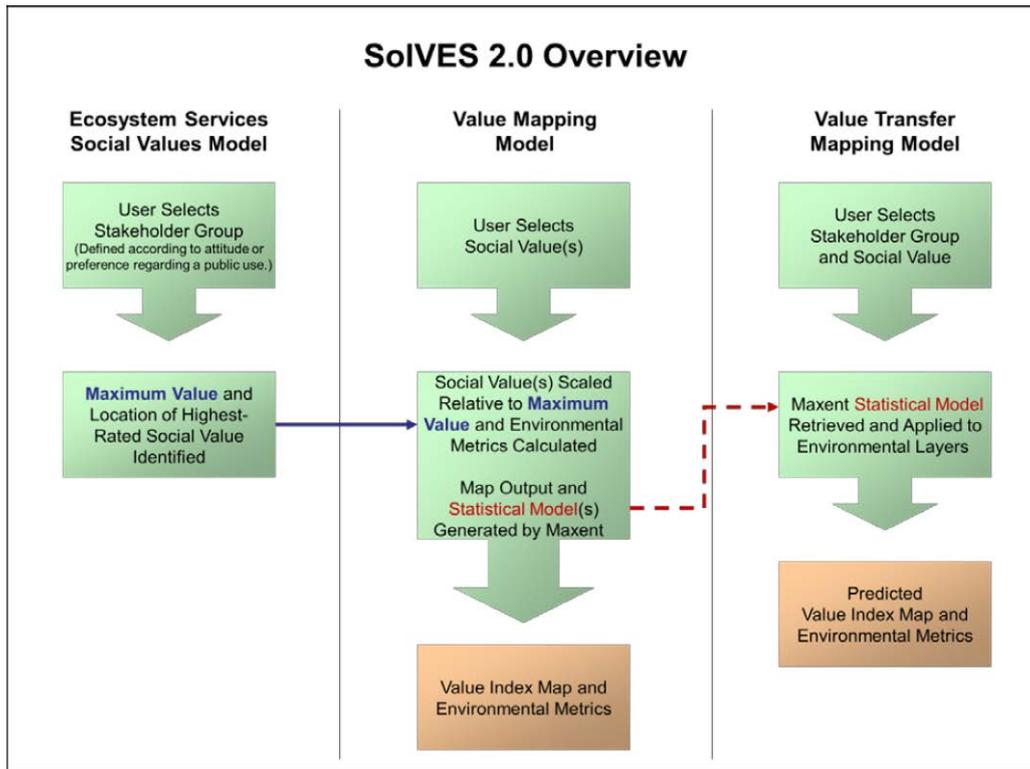
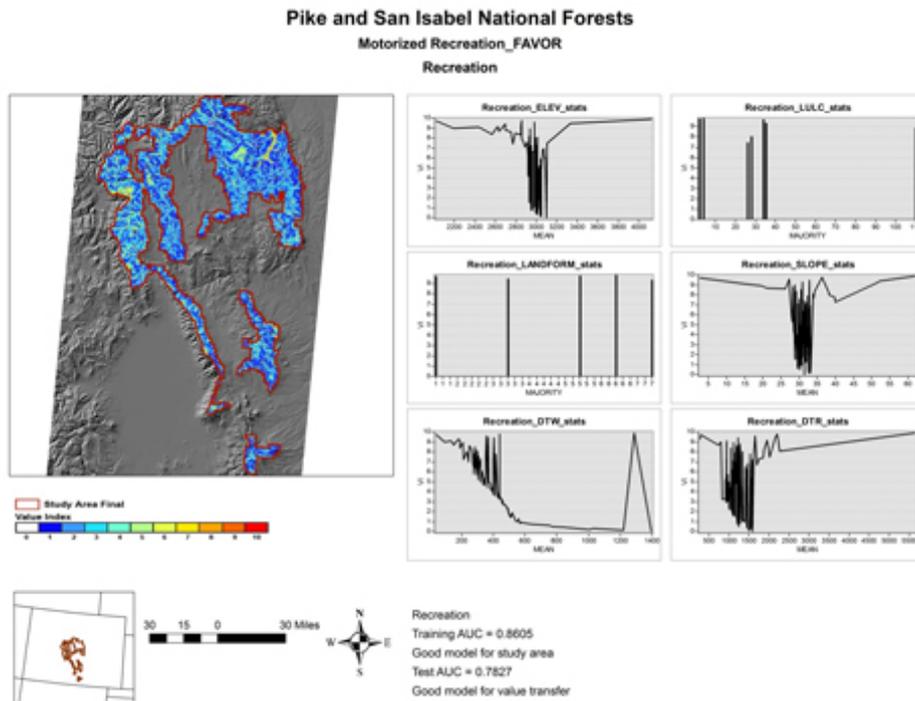


Figura 6: Esempio di output di SolVES 2.0 (Sherrouse & Semmens, 2012).



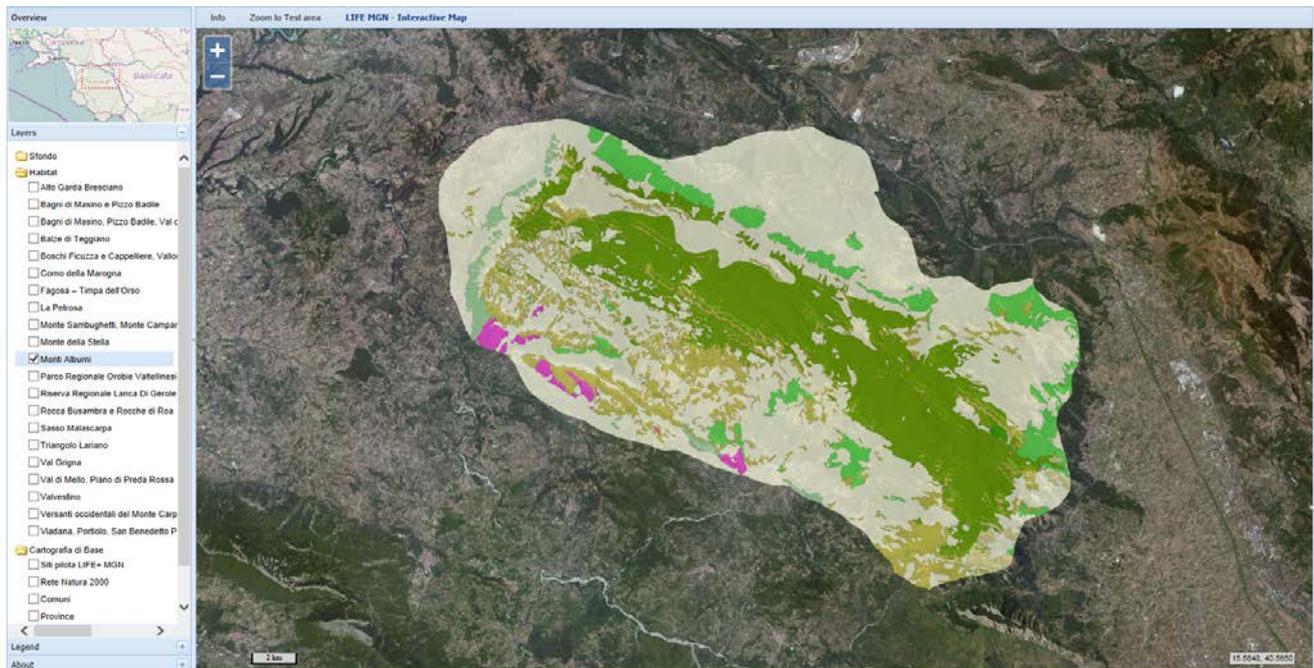
4 WebGIS LIFE+ Making Good Natura

Il WebGIS del progetto LIFE+ Making Good Natura (<http://webgis.eurac.edu/lifemgn/>) è lo strumento nel quale confluiscono le informazioni geografiche prodotte nell'ambito del progetto, e rappresenta perciò un pratico strumento di comunicazione e condivisione dei dati geospaziali con gli altri utenti. L'obiettivo è infatti quello di costituire una piattaforma, liberamente consultabili (attraverso una connessione internet), utile sia alle amministrazioni che potranno così "leggere" i molteplici aspetti ambientali delle aree che sono chiamate a governare, sia per i cittadini che potranno migliorare la conoscenza del territorio in cui vivono e del quale usufruiscono.

Oltre alla cartografia di base che consente di avere informazioni geografiche di carattere generale sull'intero territorio italiano, a livello conoscitivo e descrittivo, quali informazioni sui limiti amministrativi, sull'uso del suolo, sui siti Natura 2000 esistenti, ecc., sono rappresentate e rese accessibili in modo interattivo le mappe relative agli habitat e le cartografie tematiche che riportano i risultati delle analisi e che consentono una lettura più semplice e mirata nonché un confronto fra i 21 siti pilota.

Inoltre, è previsto di sviluppare delle applicazioni specifiche che permetteranno all'utente di effettuare delle analisi direttamente online e di creare delle mappe personalizzate.

Figura 7: Esempio WebGIS LIFE+ MGN: mappa degli habitat per il sito 'Monti Alburni'.

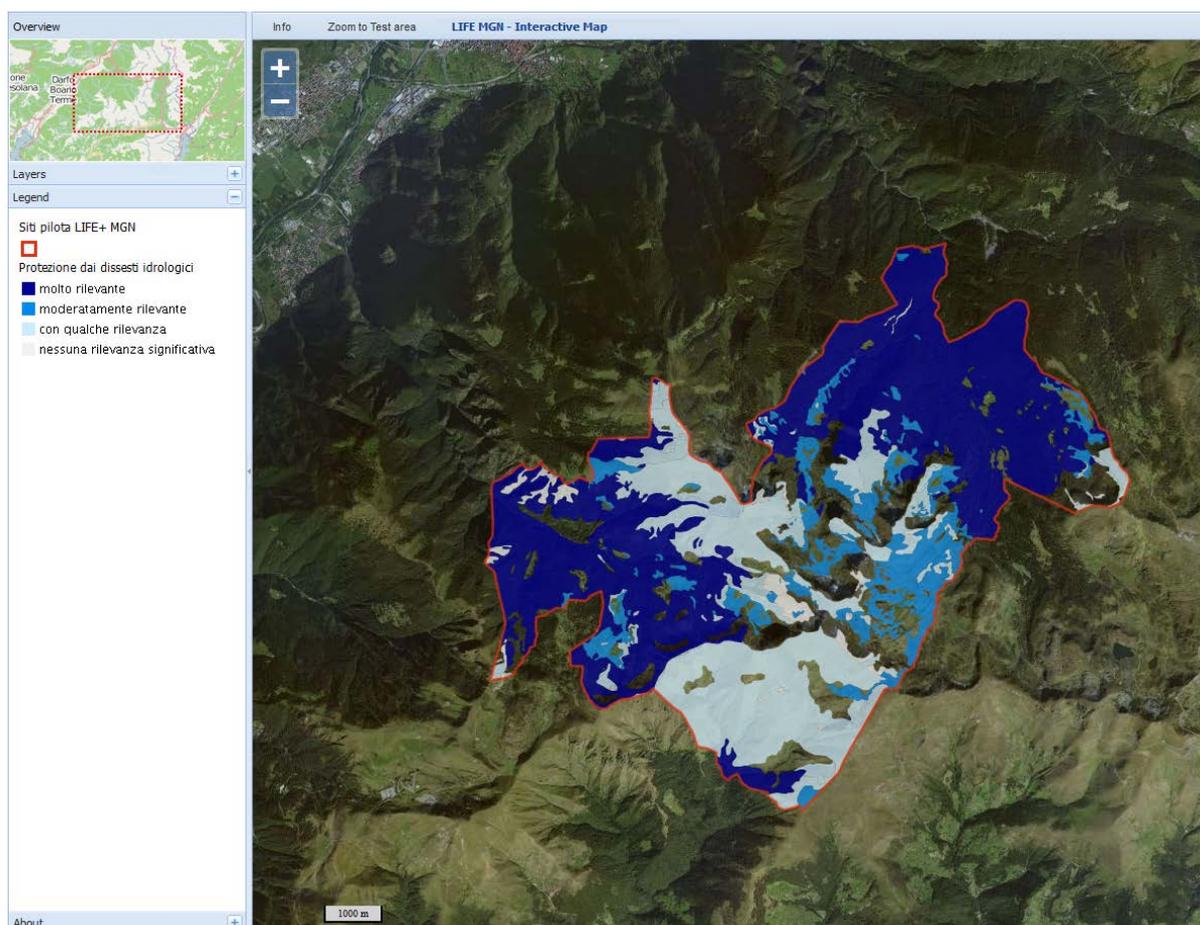


4.1 Visualizzazione dei risultati

All'interno del WebGIS LIFE+ MGN è già possibile visualizzare alcuni dei risultati ottenuti, come ad esempio le potenzialità da parte degli habitat e delle coperture CORINE di fornire i diversi SE, utile per una valutazione preliminare dei servizi più rilevanti per ciascun sito. L'indicazione, esclusivamente qualitativa, di fornitura potenziale è stata riportata su una scala di valore da 0 a 3: 0-nessun rilevanza significativa, 1-con qualche rilevanza, 2-moderatamente rilevante, 3-molto rilevante (Schirpke et al. 2013).

Nell'immagine seguente è mostrata la potenzialità degli habitat presenti nel sito "ZPS IT20A0402 - Riserva Regionale Lanca di Gerole" nella fornitura del SE di "Protezione dei dissesti idrologici", attraverso una visualizzazione in scala cromatica dalle aree a maggiore potenziale (blu scuro) alle aree senza rilevanza significativa (grigio). Le aree non colorate sono quelle relative ad habitat non di importanza comunitaria.

Figura 8: Fornitura potenziale del SE 'protezione dei dissesti idrologici' per la 'Riserva Regionale Lanca di Gerole'.



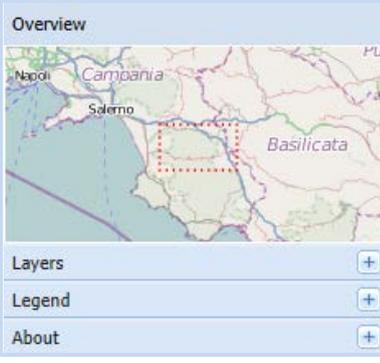
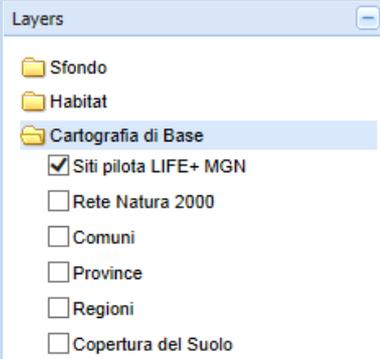
4.2 Strumenti di navigazione e visualizzazione

In seguito una breve descrizione delle funzionalità del WebGIS LIFE+ MGN.

All'avvio dell'applicazione si apre una finestra suddivisa in due sezioni principali: una finestra centrale contenente le mappe da visualizzare ed una colonna laterale contenente alcuni strumenti di navigazione.

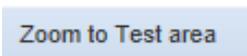
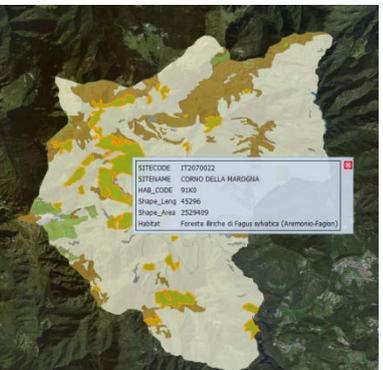
	<p>Finestra centrale La finestra centrale, più ampia, è dedicata alla visualizzazione della mappa; in essa appare, come prima immagine, l'intero territorio italiano. In quest'area saranno visualizzate le varie cartografie e tematismi sulla base dei livelli selezionati.</p>
	<p>Coordinate Nella porzione in basso a destra sono riportate le coordinate della posizione del cursore.</p>
	<p>Scala di visualizzazione Nella porzione in basso a sinistra è riportata la scala metrica di visualizzazione.</p>

Nella colonna a sinistra è presente una finestra contenente alcuni strumenti per la navigazione:

	<p>Overview In alto compare una piccola immagine del territorio di studio: su questa appare un rettangolo che sta ad indicare l'area attualmente visualizzata nella finestra di mappa.</p>
	<p>Layers I layer relativi ai diversi strati informativi sono attivabili direttamente dall'utente selezionando il checkbox relativo. Un doppio clic sul nome del layer consente lo zoom alla massima estensione comprendente l'intera area selezionata.</p>

	<p>Legenda</p> <p>A ciascun layer è correlata una legenda, presente nella colonna a sinistra, esplicitativa dei colori e dei simboli utilizzati.</p> <p>Le legende di ogni strato si aprono con un clic sul “+” presente accanto all’instestazione e saranno visibili, dopo che lo strato è stato spuntato e quindi reso visibile nella mappa.</p>
---	---

Strumenti di navigazione: Zoom ed Info poligono.

	<p>Zoom home</p> <p>Clic sul pulsante per visualizzare la mappa alla massima estensione comprendente l’intera area di test.</p>
	<p>Pulsante di Zoom</p> <p>Clic sui simboli “+” e “-”, o spostare il cursore per aumentare o diminuire lo zoom della mappa.</p> <p>Zoom con mouse</p> <p>Doppio clic sulla mappa per aumentare lo zoom nel punto selezionato Uso della rotella per aumentare o diminuire lo zoom nel punto selezionato.</p>
	<p>Pan</p> <p>Tenendo premuto il clic sinistro del mouse è possibile spostarsi all’interno della mappa.</p>
	<p>Zoom to layer</p> <p>Doppio clic sul nome del layer per visualizzare la mappa alla massima estensione del layer selezionato.</p>
	<p>Info poligono</p> <p>Cliccando con il tasto sinistra del mouse su un qualsiasi punto del poligono si apre la finestra contenente le informazioni relative al tematismo selezionato.</p>

5 Bibliografia

- Bagstad, K.J., Villa, F., Johnson, G.W., and Voigt, B. (2011) ARIES – Artificial Intelligence for Ecosystem Services: A guide to models and data, version 1.0. ARIES report series n.1.
- Plewe, B. (1997). GIS Online: Information Retrieval, Mapping, and the Internet. Santa Fe, New Mexico: On word Press
- Schirpke, U., Scolozzi, R., De Marco, C. (2013) Analisi dei servizi ecosistemici nei siti pilota. Parte 4: Selezione dei servizi ecosistemici. Report del progetto Making Good Natura (LIFE+11 ENV/IT/000168), EURAC research, Bolzano, p. 43.
- Sherrouse, B. C., and Semmens, D.J., (2012) Social values for ecosystem services (SolVES): Documentation and user manual, version 2.0: U.S. Geological Survey Open-File Report 2012–1023, 55 p.
- Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Sharp, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., and Griffin, R., Glowinski, K., Chaumont, N., Perelman, A., Lacayo, M. (2013) InVEST 2.5.5 User’s Guide. The Natural Capital Project, Stanford
- Villa, F., M. Ceroni, K. Bagstad, G. Johnson, and S. Krivov (2009) ARIES (Artificial Intelligence for Ecosystem Services): A new tool for ecosystem services assessment, planning, and valuation. Proceedings of the 11th Annual BIOECON Conference on Economic Instruments to Enhance the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity, Venice, Italy, September, 2009
- Zhong-Ren P., Ming-Hsiang T. (2003) Internet-GIS: distributed geographic information services for the internet and wireless networks. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, new Jersey (ISBN 0-471-35923-8)