

Azione C14

Deliverable

uniss

unipg

Manual on the use of the Web-GIS tool for the HNV farmers and breeders

Ver. 1.0 – Aggiornato al 12 giugno 2024









Manual on the use of the Web-GIS tool for the HNV farmers and breeders

Azione C14

31/03/2024

LIFE IPE IMAGINE LIFE19 IPE/IT/00015

Realizzato da DSA3 - Dip. di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia



Gruppo di lavoro: Cecilia Parracciani Francesco Antonielli Marco Vizzari

Indice

Abstra	ct		4		
Riassu	nto		5		
1 (netodologici	6			
1.1	Intro	oduzione al telerilevamento	6		
1.2	Dati	satellitari ed EVI	7		
1.3	Mod	ellazione armonica	8		
1.4	4 Calcolo dei livelli informativi				
2 Principali funzionalità e comandi del Web-GIS					
2.1	Barra di ricerca				
2.2	Pulsante per la geolocalizzazione				
2.3	Pulsa	anti per la modifica dello sfondo	12		
2.4	Pulsante schermo intero				
2.5	5 Schermata con la mappa				
2.6 Pannello per la gesti		nello per la gestione dei livelli			
2.7	Svilu	ıppo vegetativo atteso			
2.	.7.1	Giorni al periodo di maturità	14		
2.	.7.2	Vigoria massima	15		
2.	.7.3	Attendibilità del modello	16		
2.	.7.4	Sviluppo vegetativo osservato	17		
2.8	Altri	livelli			
2.9 Tool per il grafico dello sviluppo vegetativo18					
2.10	Pa	annelli con legende delle mappe attive			

Abstract

This manual aims to introduce remote sensing technology and describe in detail the functionalities of the Web-GIS tool "Praterie" developed in Action A10. It is composed of two main parts. The first provides a general overview of the remote sensing technology for monitoring vegetation in grassland areas using satellite data. Remote sensing involves technologies that acquire information about the Earth's surface from a distance, predominantly using satellites equipped with various sensors. Satellite remote sensing facilitates global, detailed monitoring across agriculture, natural resource management, and meteorology sectors. Technological advancements have improved satellites' spectral, spatial, and temporal resolutions, enhancing their ability to capture detailed and frequent data. The manual focuses on leveraging Sentinel-2 satellite data to analyze and predict vegetation growth patterns using the Enhanced Vegetation Index (EVI). The methodological approach used to develop the web-GIS "Praterie" is described in more detail in deliverable A10, "Web-GIS tool."

In the second part, this manual focuses on the interface, which includes search functions, user geolocation, map background modifications, full-screen mode, and various control panels for managing data layers. The platform allows users to visualize grassland development and monitor the difference between expected and actual vegetation growth. Informative levels in the Web-GIS are divided into expected and observed vegetation growth layers. Expected values are based on harmonic modeling of historical EVI data, indicating days to maturity, maximum growth, and model reliability. Observed levels use recent Sentinel-2 data to show current vegetation vigor, considering cloud cover limitations. Users can generate vegetation growth charts based on geometries (rectangle, polygon, point) drawn on the map. These charts compare expected and observed growth, providing insights into vegetation trends and model accuracy.

The Web-GIS manual serves as an essential resource for users, such as for the HNV (High Natural Value Farmlands) farmers and breeders aiming to monitor prairie vegetation using advanced remote sensing techniques. By guiding users through the functionalities of the Web-GIS platform, the manual ensures that users can effectively utilize satellite data for grassland monitoring and more informed decision-making. Integrating Sentinel-2 data, EVI calculations, harmonic modeling, and user-friendly interface features empowers users to conduct detailed vegetation analyses and can support sustainable management practices in the Umbria region. This manual enhances the understanding of remote sensing applications and provides practical tools for grassland monitoring and analysis in Umbria.

Riassunto

Il manuale del web-GIS, oggetto del presente report, si compone di due parti principali. Nella prima, fornisce una panoramica generale della tecnologia del telerilevamento per il monitoraggio della vegetazione in aree prative utilizzando dati satellitari. Il telerilevamento satellitare utilizza tecnologie che acquisiscono informazioni sulla superficie terrestre a distanza, principalmente utilizzando satelliti dotati di vari sensori. I progressi tecnologici hanno migliorato la risoluzione spettrale, spaziale e temporale dei satelliti, aumentando la loro capacità di acquisire dati dettagliati e frequenti. Il manuale si concentra sull'utilizzo dei dati del satellite Sentinel-2 per analizzare e definire modelli di crescita della vegetazione utilizzando l'indice di vegetazione *Enhanced Vegetation Index* (EVI). L'approccio metodologico utilizzato per sviluppare il web-GIS "Praterie" è descritto in modo più dettagliato nel deliverable dell'azione A10, " web-GIS Tool".

Nella seconda parte, il manuale si concentra sull'interfaccia, che include funzioni di ricerca, geolocalizzazione dell'utente, modifiche dello sfondo della mappa, modalità a schermo intero e vari pannelli di controllo per la gestione dei livelli di dati. La piattaforma consente agli utenti di visualizzare lo sviluppo delle praterie e di monitorare la differenza tra la crescita della vegetazione prevista e quella effettiva. I livelli informativi nel Web-GIS sono suddivisi in sviluppo vegetativo atteso e osservato. I livelli relativi allo sviluppo atteso si basano sulla modellazione armonica dei dati EVI storici, indicando giorni di maturazione, vigore massimo e affidabilità del modello. I livelli relativi al dato osservato, utilizzano dati satellitari recenti per mostrare il vigore attuale della vegetazione, tenendo conto delle limitazioni della copertura nuvolosa. Gli utenti possono generare grafici di crescita della vegetazione in base a geometrie (rettangolo, poligono, punto) disegnate sulla mappa. Questi grafici confrontano la crescita prevista e quella osservata, fornendo informazioni sulle tendenze della vegetazione e sulla precisione del modello.

Il manuale web-GIS è una risorsa essenziale per gli utenti, come gli agricoltori e gli allevatori di HNV (*High Natural Value Farmlands*) che mirano a monitorare la vegetazione delle praterie utilizzando tecniche avanzate di telerilevamento. Guidando gli utenti attraverso le funzionalità della piattaforma Web-GIS, il manuale garantisce che gli utenti possano utilizzare efficacemente i dati satellitari per il monitoraggio delle praterie a supporto del processo decisionale. L'integrazione di dati Sentinel-2, l'indice EVI, la modellazione armonica e le funzionalità *user-friendly* dell'interfaccia consentono agli utenti di condurre analisi dettagliate della vegetazione e possono supportare pratiche di gestione più sostenibile delle praterie dell'Umbria. Questo manuale migliora la comprensione delle applicazioni del telerilevamento e fornisce strumenti pratici per il monitoraggio e l'analisi dello sviluppo vegetativo delle praterie dell'Umbria.

1 Cenni metodologici

1.1 Introduzione al telerilevamento

Il telerilevamento (o remote sensing) è l'insieme di tecnologie che consentono di acquisire informazioni sulla superficie terrestre a distanza. Una delle metodologie più diffuse per il telerilevamento è l'utilizzo di satelliti artificiali che orbitano attorno alla Terra. Questi satelliti sono dotati di sensori in grado di rilevare e registrare diverse caratteristiche di componenti e fenomeni della superficie terrestre, come ad esempio la vegetazione, l'uso del suolo, e i fattori climatici. Le immagini e i dati raccolti dai satelliti sono utilizzati in molti settori, tra cui l'agricoltura, la gestione delle risorse naturali, la meteorologia, ma anche ad esempio la sicurezza nazionale. Grazie al telerilevamento da satellite, è possibile ottenere una visione globale e dettagliata del pianeta, consentendo analisi approfondite, monitoraggio a lungo termine e supporto decisionale in vari ambiti. Questa tecnologia riveste un ruolo fondamentale nello studio e nella gestione delle risorse naturali terrestri.

Il progresso tecnologico ha portato nel tempo alla possibilità di costruire satelliti con risoluzione spettrale, spaziale, e temporale sempre migliori. La risoluzione spettrale si riferisce alla capacità di un satellite di rilevare e distinguere diverse bande dello spettro elettromagnetico. I sensori a bordo dei satelliti possono rilevare una vasta gamma di bande spettrali, tra cui ad esempio la radiazione visibile, infrarossa, e microonde. I satelliti con alta risoluzione spettrale sono in grado di catturare e distinguere queste diverse bande con maggiore precisione. Questa capacità consente di acquisire diverse informazioni sulle caratteristiche delle aree di cui il satellite acquisisce i dati. La risoluzione spaziale invece si riferisce alla capacità di un satellite di distinguere i dettagli sulla superficie terrestre. È determinata dalla dimensione dei pixel (che costituisce la minima unità spaziale rilevabile dal sensore) nelle immagini acquisite. I satelliti ad alta risoluzione spaziale sono in grado di fornire immagini con pixel di dimensioni ridotte, consentendo una maggiore precisione nella capacità di distinguere singoli elementi nello spazio. Infine, la risoluzione temporale si riferisce alla frequenza con cui un satellite può ripetere la sua osservazione su una stessa area. I satelliti con alta risoluzione temporale sono in grado di fornire immagini più frequenti di una specifica area, consentendo di monitorare i cambiamenti nel tempo.

1.2 Dati satellitari ed EVI

Il Web-GIS utilizza i dati del satellite Sentinel-2 (versione 'Harmonized') dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Ogni pixel, nelle bande del visibile e del vicino infrarosso, ha una risoluzione spaziale di 10m e le immagini vengono acquisite in media ogni 5 giorni. In GEE sono disponibili i dati da marzo 2017 e vengono aggiornati costantemente in tempo reale. Nel Web-GIS Praterie, sono utilizzati i dati di Sentinel-2 relativi ai tre anni solari precedenti rispetto all'anno corrente. I dati sono utilizzati per studiare e monitorare l'andamento della vegetazione delle aree di prateria attraverso l'utilizzo dell'indice EVI (Enhanced Vegetation Index).

L'EVI è un indice ampiamente utilizzato per misurare la densità e la vigoria della vegetazione in una determinata area geografica. Questo indice viene calcolato utilizzando la radiazione riflessa dalla vegetazione nella banda del vicino infrarosso, nella banda del rosso e nella banda del blu. Infatti, la clorofilla presente nelle piante assorbe la luce nella banda del rosso per la fotosintesi, mentre invece riflette la luce nel vicino infrarosso. Il blu permette di correggere le alterazioni introdotte nell'indice dall'atmosfera e dal suolo.

Nel Web-GIS, l'EVI è utilizzato per la stima dello sviluppo della vegetazione per le aree di prateria. È compreso fra -1 e 1 ed è calcolato con la seguente formula:

$$EVI = G * ((NIR - Red) / (NIR + C1 * Red - C2 * Blue + L))$$

dove 'NIR' rappresenta la banda del vicino infrarosso, 'Red' la banda del rosso e 'Blue' la banda del blu (i.e. rispettivamente banda 8, banda 4 e banda 2 di Sentinel 2). I coefficienti G, C₁, C₂ e L (pari rispettivamente a 2.5, 6, 7.5 e 1) contribuiscono a correggere le influenze atmosferiche e la riflettanza del suolo, permettendo una valutazione più accurata della copertura vegetale.

Attraverso l'utilizzo di dati satellitari o immagini aeree, è possibile ottenere una visione globale e a lungo termine della vegetazione su vasti territori. L'EVI consente di studiare l'andamento stagionale della vegetazione, monitorando le variazioni dei valori dell'indice nel corso del tempo. Durante il ciclo di crescita delle piante, l'EVI infatti subisce variazioni significative che riflettono i cambiamenti nella copertura vegetale.

1.3 Modellazione armonica

Le serie temporali degli indici di vegetazione, come l'EVI, risentono molto delle condizioni di nuvolosità che possono determinare una vera e propria schermatura delle aree osservate dai satelliti. Per far fronte a tali problematiche è necessario applicare dei modelli che consentono di ricostruire l'andamento più probabile delle serie temporali utilizzando i dati osservati.

Uno di questi modelli è quello armonico, basato sul principio che le fluttuazioni stagionali possano essere descritte come una combinazione di onde sinusoidali con diverse frequenze e ampiezze sfruttando i dati storici per identificare i pattern ciclici che si ripetono nel tempo. L'approccio basato sui modelli armonici è ampiamente utilizzato per analizzare dati caratterizzati da variazioni cicliche nel tempo.

Nel web-GIS Praterie la modellazione armonica è utilizzata per ricostruire la serie temporale dell'EVI al fine di ottenere una stima accurata delle fluttuazioni stagionali. L'approccio considera che l'andamento della vegetazione delle praterie nell'area studio presenta tipicamente due picchi vegetativi: il primo verso la fine della primavera e il secondo all'inizio dell'autunno.

1.4 Calcolo dei livelli informativi

Prima di calcolare i livelli informativi disponibili nel Web-GIS, i dati estratti da Sentinel 2 sono sottoposti ad alcuni passaggi di filtraggio e correzione al fine di ottenere dati di migliore qualità. In un primo passaggio, i dati Sentinel 2 relativi al periodo di interesse sono filtrati in base alla copertura nuvolosa, con una soglia di esclusione del 20%. Tramite l'utilizzo della banda SCL (*Scene Classification Map*) di Sentinel 2, sono esclusi anche i singoli pixel saturi o difettosi, così come quelli che rappresentano le ombre delle nuvole sulla superficie terrestre, le nuvole stesse, i cirri o la neve.

Come indicato, le aree di interesse su cui vengono calcolati tutti i livelli informativi, sono identificate attraverso la selezione esclusiva dei pixel classificati come prateria (categoria '30') nell'ESA Word Cover 2021, con altitudine superiore ai 700 metri e che ricadono all'interno dei confini amministrativi della regione Umbria.

Tutti i livelli informativi presenti nel Web-GIS che fanno riferimento allo *Sviluppo vegetativo atteso*, sono calcolati utilizzando l'andamento dell'EVI ricostruito tramite

applicazione della modellazione armonica (vedi sez. precedente). I dati del modello armonico sono utilizzati per ricavare il valore di EVI massimo (vigoria massima), per il primo e il secondo ciclo, in ciascuno dei tre anni precedenti a quello corrente. Per ogni valore massimo di EVI, viene ricavata anche la data corrispondente che indica il giorno in cui si è verificata la massima vigoria. Infine, viene calcolata la media triennale di questi valori, ottenendo quindi per ogni pixel la data media in cui si raggiunge il picco di vigoria, insieme al valore medio EVI di tale picco. A partire dalla data media, viene stimato il periodo di maturità delle praterie. All'avvio del Web-GIS, la data corrente viene sottratta alla data media di picco di vigoria al fine di determinare il numero di giorni che mancano al raggiungimento del prossimo periodo di maturità. Questi livelli informativi consultabili nel Web-GIS fanno sempre riferimento al ciclo vegetativo successivo rispetto alla data corrente: dal 31 luglio al 30 novembre vengono mostrati i livelli relativi al picco vegetativo autunnale, mentre nel resto dell'anno vengono mostrati i livelli informativi relativi al picco vegetativo primaverile/estivo.

ll *Root Mean Square Error* (RMSE, o radice dell'errore quadratico medio) è utilizzato per fornire un'indicazione di quanto l'andamento previsto dal modello armonico si discosta dall'andamento osservato dell'EVI. A tal fine, per ogni pixel dell'area di interesse, viene calcolata la differenza tra i valori di EVI reali e quelli attesi, calcolati mediante modellazione armonica nei tre anni precedenti a quello corrente. Successivamente, viene calcolata la deviazione standard di questi residui che rappresenta l'RMSE. Maggiori valori di RMSE indicano una maggiore differenza tra le previsioni del modello e i dati reali. Sulla base dell'RMSE viene derivata l'attendibilità del modello mediante le seguenti classi: molto alta (RMSE inferiore a 0.05), alta (RMSE compreso tra 0.05-0.1), media (RMSE compreso tra 0.1-0.15) e bassa (RMSE maggiore di 0.15).

Infine, tutti i livelli informativi presenti nel Web-GIS che fanno riferimento allo *Sviluppo vegetativo osservato*, sono ottenuti utilizzando l'andamento dell'EVI calcolato dalle immagini Sentinel 2 disponibili negli ultimi 10 giorni. Questo livello è ottenuto calcolando, per ogni pixel, la media dei valori di EVI disponibili in questo intervallo di tempo. Le condizioni di nuvolosità potrebbero determinare la totale o parziale disponibilità di dati relativi a questo intervallo di tempo.

Da quanto esposto, ne consegue che lo "sviluppo vegetativo atteso" (EVI medio massimo e

relativa data media) è basato su dati medi dei tre anni precedenti. Tali informazioni consentono di interpretare, mediante dati consolidati, la variabilità nello spazio e nel tempo dello sviluppo vegetativo atteso delle praterie. Tuttavia, in relazione all'andamento meteo stagionale, lo sviluppo vegetativo effettivo potrebbe discostarsi anche sensibilmente da quello medio calcolato sulla base di dati storici. In ogni caso, lo "sviluppo vegetativo osservato" permette di evidenziare l'andamento effettivo di questo parametro sulla base delle immagini più recenti disponibili (nuvolosità permettendo). Quest'ultimo indice, pertanto, permette anche di evidenziare, in tutte le aree di interesse, la differenza fra lo sviluppo vegetativo atteso e quello effettivo del periodo più recente.

2 Principali funzionalità e comandi del Web-GIS

All'accesso nel Web-GIS viene visualizzata l'interfaccia che comprende i seguenti elementi (Figura 1):

- A. Barra di ricerca.
- B. Pulsante per la geolocalizzazione dell'utente.
- C. Pulsanti per la modifica dello sfondo.
- D. Pulsante schermo intero.
- E. Schermata con la mappa.
- F. Pannello per la gestione dei livelli.
- G. Pannelli con legende delle mappe attive.



Figura 1. Schermata del Web-GIS con i comandi principali.

2.1 Barra di ricerca

La barra di ricerca consente di cercare un luogo di proprio interesse (es. indirizzo, città, etc.) su cui centrare e ingrandire la mappa.

2.2 Pulsante per la geolocalizzazione

🕈 Trova la mia posizione

Il pulsante "Trova la mia posizione" consente di centrare la mappa sulla posizione corrente dell'utente. Per tale funzionalità è necessario consentire all'app di utilizzare la posizione del dispositivo.

2.3 Pulsanti per la modifica dello sfondo



La mappa di sfondo, visualizzata automaticamente all'avvio del Web-GIS, è una base cartografica Google Maps in rilievo. La mappa di sfondo può essere modificata con i pulsanti dedicati: Mappa e Satellite. 'Mappa' consente di impostare come sfondo la mappa bidimensionale predefinita di Google Maps, attivando o disattivando il rilievo agendo sull'apposito flag. 'Satellite' invece consente di visualizzare come sfondo le immagini satellitari e ottenere una rappresentazione fotorealistica delle superfici. La vista satellitare può essere particolarmente utile poiché permette di desumere informazioni sulle caratteristiche geografiche del territorio, sulla copertura del suolo e sulla vegetazione. In basso viene indicata la data di acquisizione delle immagini disponibili.

2.4 Pulsante schermo intero

- -

Questo pulsante consente di passare alla visuale schermo intero del Web-GIS. Questa risulta particolarmente utile se si utilizza la versione smartphone, poiché permette di sfruttare al massimo lo schermo disponibile rimuovendo la barra di ricerca (A) e il logo del Web-GIS, e di visualizzare solamente la schermata con la mappa (E) con pannelli e pulsanti principali.

2.5 Schermata con la mappa

Nella finestra centrale più ampia, che costituisce la schermata principale, sono visualizzate le diverse mappe. All'avvio del Web-GIS, appaiono automaticamente i confini amministrativi della regione Umbria. Non sono presenti pulsanti di zoom, ma è possibile ingrandire o rimpicciolire la visuale utilizzando la rotella del mouse o il touchpad del laptop.

2.6 Pannello per la gestione dei livelli

Questo pannello contiene i diversi livelli con le funzionalità associate (visualizza/nascondi il livello sulla mappa, e regolazione della trasparenza del livello visualizzato), che possono essere consultati dall'utente, e il tool per la generazione del grafico dello sviluppo vegetativo (quest'ultimo non è presente nella versione per smartphone).

Cliccando sul titolo 'Modelli spaziali delle aree di praterie in Umbria' si viene reindirizzati al presente manuale e al sito web dedicato al Web-GIS.

Il pannello è suddiviso in quattro sezioni:

- Sviluppo vegetativo atteso
- Sviluppo vegetativo osservato
- Altri livelli
- Tool per il grafico dello sviluppo vegetativo

Ognuna delle sezioni contiene i livelli informativi disponibili per la visualizzazione. Ad ogni livello informativo corrisponde una legenda.

Per accendere o spegnere la visualizzazione di un livello nella mappa è necessario cliccare sulla *checkbox* presente a sinistra del nome di ogni livello: se la *checkbox* è selezionata, il livello e la legenda corrispondente sono visualizzati; diversamente, se la *checkbox* è vuota, il livello e la legenda corrispondente sono disattivati e non sono più visibili nella schermata principale.

È inoltre possibile modificare la trasparenza di uno o più livelli visualizzati trascinando il cursore sulla barra di trasparenza che si trova sotto ad ogni livello.

0----- 1

È possibile gestire separatamente la trasparenza di ogni livello utilizzando il rispettivo cursore di trasparenza. La trasparenza varia tra 0 (completamente trasparente) e 1 (completamente opaco). Al momento della prima attivazione da parte dell'utente, il livello viene automaticamente visualizzato completamente opaco.

I livelli informativi consultabili nella sezione 'Sviluppo vegetativo atteso' sono:

- Giorni al periodo di maturità (con visualizzazione attiva all'avvio del Web-GIS)
- Massima vigoria
- Attendibilità del modello

I livelli informativi consultabili nella sezione 'Sviluppo vegetativo osservato' sono:

• Vigoria ultimi 10gg

I livelli informativi consultabili nella sezione 'Altri livelli' sono:

• Aree Natura 2000

2.7 Sviluppo vegetativo atteso

La sezione 'Sviluppo vegetativo atteso' contiene tutti i livelli che sono stati generati tramite utilizzo della modellazione armonica per la ricostruzione dei dati EVI nei tre anni precedenti a quello attuale (per maggiori dettagli vedere la pagina Metodi).

2.7.1 Giorni al periodo di maturità

Questo livello rappresenta il numero di giorni rimanenti (dalla data attuale di consultazione del Web-GIS) all'inizio del prossimo periodo di maturità vegetativa per ogni pixel (Figura 2). Tale periodo comprende i 12 giorni precedenti e successivi alla data media in cui si è osservata la vigoria massima nei tre anni precedenti. Il livello viene rappresentato tramite sei categorie di diverso colore:

<u>Calo vegetativo:</u> aree che hanno superato da almeno 12 giorni la data di vigoria massima.

<u>Periodo di maturità:</u> aree che attualmente si trovano nell'intervallo di 12 giorni precedenti o successivi alla data di vigoria massima.

< 15 giorni: aree in cui il periodo di massima vigoria inizierà entro i prossimi 15 giorni.</p>

<u>15 – 30 giorni:</u> aree in cui il periodo di massima vigoria inizierà nei prossimi 15-30 giorni.

<u>30 – 45 giorni:</u> aree in cui il periodo di massima vigoria inizierà nei prossimi 30-45 giorni.

> 45 giorni: aree in cui il periodo di massima vigoria inizierà tra più di 45 giorni.



Figura 2. Esempio di visualizzazione del livello 'Giorni al periodo di maturità'.

2.7.2 Vigoria massima

Questo livello rappresenta la vigoria media massima per ogni pixel nei tre anni precedenti, per il prossimo periodo di maturità (Figura 3). La vigoria massima è rappresentata dal valore di EVI massimo per ogni pixel ed è suddivisa in cinque categorie di diverso colore:

<u>Bassa:</u> valore massimo di EVI inferiore a 0.3
<u>Medio-bassa:</u> valore massimo di EVI compreso tra 0.3-0.4
<u>Media:</u> valore massimo di EVI compreso tra 0.4-0.5
<u>Medio-alta:</u> valore massimo di EVI compreso tra 0.5-0.6
<u>Alta:</u> valore massimo di EVI maggiore di 0.6



Figura 3. Esempio di visualizzazione del livello 'Vigoria massima'.

2.7.3 Attendibilità del modello

Questo livello rappresenta l'attendibilità del modello armonico utilizzato per stimare lo sviluppo vegetativo in ogni pixel a partire da dati EVI Sentinel 2 osservati. È rappresentata dai valori di RMSE (per maggiori dettagli vedere la pagina Metodi) che quantificano la discrepanza fra sviluppo vegetativo atteso e osservato per ogni pixel (es. in Figura 4). È suddivisa in quattro categorie di diverso colore:

<u>Molto alta</u>: valore di RMSE inferiore a 0.05 <u>Alta:</u> valore di RMSE compreso tra 0.05-0.1 <u>Media:</u> valore di RMSE compreso tra 0.1-0.15 <u>Bassa:</u> valore di RMSE maggiore di 0.15



Figura 4. Esempio di visualizzazione del livello 'Attendibilità del modello'.

2.7.4 Sviluppo vegetativo osservato

La sezione 'Sviluppo vegetativo osservato' esprime un valore di vigoria medio calcolato considerando le immagini acquisite da Sentinel-2 negli ultimi dieci giorni. La sezione contiene un unico livello:

Vigoria media ultimi 10gg

Esprime l'indice EVI medio per ogni pixel (es. in Figura 5), ed è suddivisa in cinque categorie di diverso colore:

Bassa: valore medio di EVI inferiore a 0.3

Medio-bassa: valore medio di EVI compreso tra 0.3-0.4

Media: valore medio di EVI compreso tra 0.4-0.5

<u>Medio-alta:</u> valore medio di EVI compreso tra 0.5-0.6

Alta: valore medio di EVI maggiore di 0.6

Il numero di immagini utilizzate per il calcolo di questo livello può variare a causa della copertura nuvolosa. Nel caso in cui, negli ultimi 10 giorni, non siano presenti immagini valide per tutta l'area di studio, viene indicato il seguente messaggio: 'Dati insufficienti negli ultimi 10gg'. Sempre a causa della nuvolosità, il livello potrebbe essere visibile, ma presentare una copertura parziale delle aree di interesse.



Figura 5. Esempio di visualizzazione del livello 'Vigoria media ultimi 10gg'.

2.8 Altri livelli

La sezione 'Altri livelli' include i confini delle Aree Natura2000 presenti in Umbria.

2.9 Tool per il grafico dello sviluppo vegetativo

Nella versione desktop, cliccando sulla *checkbox* 'Tool per il grafico dello sviluppo vegetativo' si apre un'estensione del pannello (Figura 6) che permette di visualizzare le istruzioni per l'utilizzo del tool. Quest'ultimo permette di osservare la curva dello sviluppo vegetativo per una geometria scelta dall'utente.

✓ Tool per il grafico ✓ dello sviluppo vegetativo						
 Seleziona un tool per analizzare un'area di interesse: 						
Rettango	lo	Poligono	📍 Punto			
2) Disegna la geometria sulla mappa 3) Attendi la visualizzazione del grafico						
Chiudi grafico 📈						

Figura 6. Estensione del pannello per la visualizzazione del grafico dello sviluppo vegetativo (atteso e osservato) per la geometria scelta.

Seguendo le istruzioni è possibile generare il grafico dello sviluppo vegetativo (es. in Figura 7), che una volta generato comparirà nella schermata principale in basso a destra. Con questo grafico si può confrontare l'andamento dello sviluppo vegetativo atteso mediante modello armonico e quello osservato, a partire dai 3 anni precedenti fino alla data attuale.

È possibile generare il grafico utilizzando tre diverse geometrie, che l'utente può disegnare sulla mappa nella schermata principale (E) attraverso l'uso del cursore:

- Rettangolo
- Poligono
- Punto

Il grafico, una volta generato, mostra due curve (Figura 7):

- Curva dello sviluppo vegetativo osservato (rosso), rappresentata dai singoli valori di EVI acquisiti dal satellite e derivati da immagini con copertura nuvolosa inferiore al 20%;
- Curva dello sviluppo vegetativo atteso (verde), ottenuta con l'applicazione del modello armonico.



Figura 7. Pannello con grafico di esempio dello sviluppo vegetativo osservato (rosso) e atteso dal modello (verde).

Sull'asse delle ordinate sono riportati i valori di EVI (compresi tra -1 e +1), mentre sull'asse delle ascisse sono riportate le date nel formato mese-anno (MMM-YY). Nel caso in cui il grafico è generato disegnando un rettangolo o un poligono sulla mappa, le due curve rappresentano l'andamento medio per l'area coperta dalla geometria.

Z

È possibile ingrandire il grafico in un'altra finestra del browser cliccando sul pulsante nell'angolo in alto a destra del pannello.

Ad ogni nuova geometria (rettangolo, poligono, o punto) disegnata dall'utente sulla schermata principale, il nuovo grafico verrà generato automaticamente sovrascrivendo il grafico precedente.



l pulsante 'Chiudi grafico' presente in fondo al pannello permette di rimuovere dalla schermata principale la finestra con il grafico.

Se la geometria viene disegnata al di fuori delle aree d'interesse del Web-GIS, il pannello riporterà il seguente messaggio di errore:

'Error generating chart: No properties to chart'.

2.10 Pannelli con legende delle mappe attive

Ogni legenda contiene le categorie con i relativi colori utilizzate per la rappresentazione di un determinato livello nella mappa. Ogni volta che un livello viene attivato e visualizzato sulla mappa tramite il click sulla *checkbox*, viene attivata anche la sua legenda che compare in basso a destra nella schermata principale. Quando il livello viene disattivato, anche la legenda ad esso collegata viene automaticamente eliminata. Se più livelli sono attivi contemporaneamente, sono visualizzate tutte le relative legende.