

ANALISI



Identificare l'abbandono degli oliveti con dati satellitari e intelligenza artificiale

AEDIT srl, in collaborazione con la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, ha sviluppato uno strumento informatico per l'identificazione degli oliveti abbandonati nel territorio del Seggiano DOP – Olio EVO al fine di progettare politiche agricole più sostenibili

La coltivazione dell'olivo (*Olea europaea* L.) è fortemente radicata nella cultura dei popoli del Mediterraneo e in particolare in Italia, Paese che contribuisce in gran parte alla produzione mondiale di olio d'oliva insieme a Spagna e Grecia. Tuttavia, sebbene l'Italia detenga a livello europeo la percentuale maggiore delle Denominazioni di Origine Protetta (DOP) di olio d'oliva (circa 40%), la situazione del settore si presenta vulnerabile, specialmente per i piccoli produttori, a causa della volatilità delle produzioni e dei prezzi. La conseguente bassa profittabilità sta portando all'abbandono di molti oliveti, con effetti dannosi dal punto di vista economico, sociale, ambientale e culturale.

Diventa quindi sempre più cruciale dotarsi di strumenti avanzati per mappare tale fenomeno, fornendo così un supporto ai gestori del territorio e ai responsabili politici nell'attuazione di strategie efficaci di monitoraggio e gestione. Le tecniche tradizionali per il controllo dei territori agricoli prevedono la raccolta di dati a terra e la fotointerpretazione, richiedendo però un alto impiego di manodopera. Il telerilevamento offre un aiuto significativo a questi monitoraggi, garantendo una copertura spaziale e temporale estesa, con un bisogno di manodopera inferiore. Tuttavia, le applicazioni del telerilevamento negli agroecosistemi caratterizzati dalla presenza di oliveti sono ancora relativamente scarse.

Studi precedenti hanno dimostrato che l'analisi delle serie temporali degli



Irìde Volpi

ha un dottorato in Agrobioscienze conseguito presso la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. Attualmente si occupa di analisi di dati e di ricerca e sviluppo presso AEDIT, azienda specializzata nello sviluppo di soluzioni informatiche per l'agricoltura e l'ambiente, mettendo a punto algoritmi per supportare l'applicazione di pratiche agricole sostenibili.



AEDIT SRL

indici vegetazionali, in particolare *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), calcolati a partire da dati satellitari, consente l'identificazione dei cambiamenti di uso del suolo o dell'abbandono dei terreni agricoli su larga scala.

I recenti progressi nella tecnologia di telerilevamento hanno però notevolmente migliorato la capacità di monitorare e analizzare i paesaggi agricoli. La disponibilità di immagini ad alta risoluzione spaziale, come quelle fornite dai satelliti Copernicus Sentinel-2, ha aperto infatti nuove possibilità per il controllo delle parcelle agricole. L'integrazione di modelli di machine learning e immagini Sentinel per la classificazione dell'uso e dell'abbandono del suolo fornisce un flusso di lavoro facilmente integrabile in strumenti digitali per il monitoraggio e la gestione del territorio, basato su dati open, permettendo un'analisi automatizzata su larga scala delle immagini satellitari.

L'obiettivo generale del presente studio è stato quello di sviluppare una tecnica per il riconoscimento degli oliveti abbandonati sulla base dell'ipotesi che un modello di machine learning, addestrato con osservazioni sul campo, possa discriminare tra oliveti abbandonati e coltivati, utilizzando serie temporali annuali di NDVI. Il lavoro ha previsto anche la realizzazione di un'app per facilitare la raccolta dei dati a terra sul livello di abbandono degli oliveti e un web-GIS per la visualizzazione dei risultati del modello, con l'obiettivo di fornire soluzioni tecnologiche e pratiche per la progettazione di politiche agricole sostenibili.

Metodologia

L'area di studio è stata quella della DOP "Olio Seggiano" (Grosseto, Toscana).

I dati a terra usati per la calibrazione, il test e la validazione del modello (751 punti), sono stati raccolti con un'app, sviluppata da AEDIT, per la raccolta di punti GPS e del livello di abbandono degli oliveti.

I poligoni degli oliveti sono stati ricavati unendo i dati dell'uso del suolo della Toscana e i dati del Piano Culturale Grafico di ARTEA del 2019, risultando in 7465 parcelle, 4158.18 ha totali.

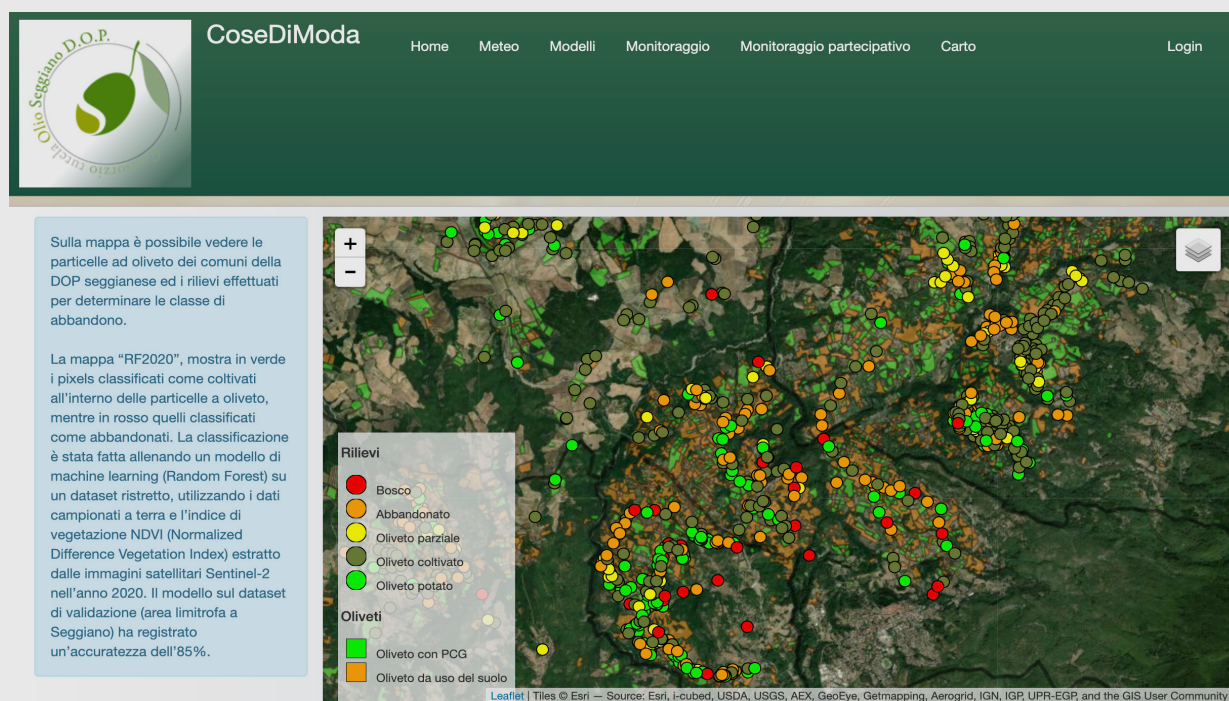
Per il calcolo delle serie temporali di NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) sono stati utilizzati i dati satellitari Sentinel-2 dell'anno 2020, ottenendo una mappa della serie temporale di NDVI ricampionata ogni 10 giorni per ogni pixel. Un modello machine learning Random Forest è stato calibrato e validato usando il software Orfeo ToolBox (OTB).

Ogni parcella a oliveto è stata poi classificata usando la classe predominante stimata su ogni pixel dal modello.

Risultati e discussione

I risultati della classificazione del modello sono stati pubblicati in uno strumento web-GIS (Sistema Informativo Geografico) (CoseDiModa web-GIS) per renderli disponibili ai potenziali utilizzatori, quali autorità locali, Consorzi e associazioni di produttori. L'applicazione per smartphone (CoseDiModa app) ha facilitato la raccolta dei

Figura 1. Screenshot del web-GIS per la consultazione dei dati raccolti in campo e dei risultati del modello Random Forest



dati a terra rispetto a metodi tradizionali, permettendo la selezione di 751 punti da dicembre 2020 a marzo 2020. Analizzando i valori di NDVI nei punti usati per calibrare il modello è stato possibile distinguere una serie temporale media per l'oliveto abbandonato e una per quello coltivato. La media annuale di NDVI è stata più alta (0.55) nei pixel degli oliveti abbandonati rispetto a quelli coltivati (0.51), con valori mediamente più alti da fine aprile agli inizi di novembre. Negli oliveti abbandonati l'insediamento di specie arboree decidue potrebbe aver contribuito a differenziare la stagionalità dell'NDVI rispetto agli oliveti coltivati. Gli oliveti coltivati hanno registrato la tendenza ad avere un NDVI più basso durante l'estate, probabilmente dovuto alla riduzione dello strato erbaceo causata dalla siccità o alle lavorazioni del terreno.

Il modello Random Forest è stato in grado di classificare correttamente i pixel come oliveti abbandonati o coltivati con un'accuratezza dell'85%, sia nel dataset di test che di validazione, confermando che le tecnologie di telerilevamento e machine learning possono essere impiegate efficacemente per mappare l'abbandono dei terreni agricoli.

L'immagine dell'area di studio con tutti i pixel classificati dal modello è stata pubblicata nel web-GIS, servibile attraverso un'interfaccia user-friendly, e utilizzata come strumento di monitoraggio del territorio dalle associazioni dei produttori del Consorzio Tutela Olio Seggiano DOP (**Figura 1**). Aggregando i dati per Comune è emerso che la

percentuale degli oliveti abbandonati nell'area della DOP dell'Olio di Seggiano è variabile dal 7% al 59% (**Tabella 1**).

Conclusioni

La combinazione delle immagini ad alta risoluzione di Sentinel-2 e del modello Random Forest è stata in grado di distinguere gli oliveti abbandonati da quelli coltivati in un tipico agroecosistema mediterraneo del centro Italia. Lo sviluppo di un'applicazione per smartphone per il campionamento in campo ha facilitato la raccolta di 751 punti geolocalizzati, utilizzati per addestrare, testare e validare il modello Random Forest. Il modello calibrato ha mostrato un'accuratezza dell'85% nella classificazione di punti appartenenti a oliveti coltivati e abbandonati, sia sui dati usati a scopo di test che di validazione. Il modello è stato poi applicato a tutti i pixel dell'area di studio e le parcelle a oliveto sono state classificate secondo il criterio del valore più frequente nella geometria. Questo ha permesso di evidenziare una percentuale di oliveti abbandonati, all'interno della DOP Olio Seggiano, dal 7% al 59% sul totale dell'area olivetata. I risultati sono stati pubblicati in uno strumento web-GIS dedicato ai gestori del territorio della DOP Olio Seggiano, sottolineando il potenziale delle tecnologie testate nel supportare il monitoraggio e la gestione del territorio. Ulteriori sviluppi potrebbero prevedere l'automatizzazione delle procedure di calibrazione del modello con dati di eventuali nuove campagne di monitoraggio effettuate con l'app e di pubblicazione della mappa nel web-GIS, e testare l'applicabilità della procedura in altre aree geografiche.

Tabella 1. Classificazione delle parcelle coltivate a olivo nei Comuni (confini amministrativi) inclusi nell'area di studio

COMUNE	TOTALE PARCELLE A OLIVETO (ha)	PARCELLE OLIVETO ABBANDONATO (ha)	PARCELLE OLIVETO COLTIVATO (ha)	PERCENTUALE DI AREA ABBANDONATA (%)
Arcidosso	400	146	254	36.5
Castel del Piano	768	204	564	26.6
Cinigiano	1281	85	1196	6.6
Roccalbegna	407	170	237	41.8
Santa Fiora	68	40	28	58.8
Seggiano	744	176	568	23.7
Semproniano	382	41	341	10.7

RIFERIMENTI RICERCA

Titolo

Detecting olive grove abandonment with Sentinel-2 and machine learning: The development of a web-based tool for land management

Autori

I. Volpi, S. Marchi, R. Petacchi, K. Hoxha, D. Guidotti

Fonte

Smart Agricultural Technology 3 (2023) 100068.

<https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100068>



Abstract

L'abbandono delle aree rurali rappresenta in Europa un serio problema ambientale e socio-economico che minaccia la stabilità e la redditività della produzione agricola. L'identificazione e la quantificazione dei terreni agricoli abbandonati è fondamentale per monitorare il fenomeno e applicare misure per contrastarlo.

L'Italia è uno dei Paesi europei più importanti per la produzione di olio d'oliva di alta qualità, rappresentando una grande fetta della produzione certificata europea (DOP, IGP). In questo studio viene presentato un modello di Machine Learning (Random Forest) per l'identificazione degli oliveti abbandonati utilizzando osservazioni in campo e serie temporali di NDVI, testato in un tipico agroecosistema del centro Italia caratterizzato dalla presenza di oliveti.

Per raccogliere punti in campo, utilizzati per addestrare il modello, è stata sviluppata e utilizzata un'applicazione per smartphone in grado di registrare la posizione geografica e il livello di abbandono degli oliveti. I dati di NDVI da gennaio a dicembre 2020, calcolati su immagini Sentinel-2, sono stati estratti per ciascun punto di monitoraggio e integrati per ottenere una serie temporale con intervallo di 10 giorni. Il modello Random Forest ha utilizzato le serie temporali annuali di NDVI come variabili e ha classificato i punti di campionamento nel dataset di test con un'accuratezza dell'85%. Il modello ha mostrato una maggiore capacità di classificare i punti coltivati rispetto a quelli abbandonati, con una sensibilità pari a 88% e una specificità pari a 82%. I risultati hanno dimostrato l'applicabilità dell'approccio per discriminare gli oliveti coltivati da quelli abbandonati, a condizione che le particelle destinate alla coltivazione di olivi siano conosciute. È stato implementato uno strumento web-GIS per mostrare i risultati e supportare il monitoraggio e la gestione del territorio.

Bibliografia essenziale

1. G. Belletti, A. Marescotti, J. Sanz-Cañada, H. Vakoufari, Linking protection of Geographical Indications to the environment: evidence from the European Union olive-oil sector, *Land Use Policy* 48 (2015) 94–106.
2. A.A. Rodríguez Sousa, J.M. Barandica, A.J. Rescia, Application of a dynamic model using agronomic and economic data to evaluate the sustainability of the olive grove landscape of Estepa (Andalusia, Spain), *Landsc. Ecol.* 34 (2019) 1547–1563.
3. Gennai-Schott, S., Sabbatini, T., Rizzo, D., Marraccini, E., 2020. Who remains when professional farmers give up? Some insights on hobby farming in an olive groves oriented terraced mediterranean area. *Land* 9.
4. S. Morell-Monzó, J. Estornell, M.T. Sebastián-Frasquet, Article comparison of Sentinel-2 and high-resolution imagery for mapping land abandonment in fragmented areas, *Remote Sens.* 12 (2020) 2062.
5. S. Estel, T. Kuemmerle, C. Alcántara, C. Levers, A. Prishchepov, P. Hostert, Mapping farmland abandonment and recultivation across Europe using MODIS NDVI time series, *Remote Sens. Environ.* 163 (2015) 312–325.
6. S. Wang, G. Azzari, D.B. Lobell, Crop type mapping without field-level labels: random forest transfer and unsupervised clustering techniques, *Remote Sens. Environ.* 222 (2019) 303–317.
7. X. Zhu, G. Xiao, D. Zhang, L. Guo, Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI, *Sci. Total Environ.* 755 (2021) 142651.
8. M. Belgiu, L. Drăguț, Random forest in remote sensing: a review of applications and future directions, *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 114 (2016) 24–31.
9. L. Brilli, M. Chiesi, F. Maselli, M. Moriondo, B. Gioli, P. Toscano, A. Zaldei, M. Bindi, Simulation of olive grove gross primary production by the combination of ground and multi-sensor satellite data, *Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf.* 23 (2013) 29–36.
10. L.E. Nugroho, A.G.H. Pratama, I.W. Mustika, Ri. Ferdiana, Development of monitoring system for smart farming using Progressive Web App, in: 2017 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE), 2017, pp. 1–5.