

Mappatura dei prati stabili nel comprensorio del Parmigiano-Reggiano mediante telerilevamento

Michele Bocci (*), Stefano Corticelli (**), Maria Cristina Mariani (**), Sara Masi (**),
Maria Chiara Cavallo (***), Nicola Dall'Olio (***), Marco Ligabue (****), Marco Vissani (*)

(*) Geographike S.R.L., Via Sansedoni 7, 53100 Siena, Tel/Fax +39 0577 588408, m.bocci@geographike.it

(**) Servizio Sviluppo dell'Amministrazione digitale e sistemi informativi geografici

Regione Emilia-Romagna Viale Silvani 4/3, 40122 Bologna, Tel. 051 284602, scorticelli@regione.emilia-romagna.it

(***) Servizio Agricoltura e Risorse Naturali, Provincia di Parma Piazzale Barezzi 3, 43121 Parma

m.cavallo@provincia.parma.it n.dallolio@provincia.parma.it

(****) CRPA Centro Ricerche Produzioni Animali, Corso Garibaldi 42, 42100 Reggio Emilia, m.ligabue@crpa.it

Riassunto

I prati stabili sono sempre stati un importante elemento dell'economia e del paesaggio del comprensorio di produzione del Parmigiano-Reggiano, in quanto sono la risorsa più antica per l'alimentazione delle bovine da latte. Il loro nome si deve al fatto che una volta impiantati non vengono mai avvicinati con altre colture e sono mantenuti attraverso lo sfalcio, l'irrigazione (nei prati di pianura) e la concimazione. Malgrado la quota di foraggio proveniente dai prati stabili sia importante nella filiera produttiva del Parmigiano-Reggiano, la loro estensione tende a ridursi per l'avvicendamento con altre colture. L'individuazione e la mappatura dei prati non è possibile attraverso semplice fotointerpretazione in quanto difficilmente distinguibili da altre colture erbacee. Pertanto è stato condotto uno studio mediante analisi multitemporale di immagini satellitari Landsat, finalizzato ad individuare l'attuale distribuzione di prati stabili. L'area in oggetto è coperta da due frame della missione Landsat, acquisendo complessivamente 174 scene e realizzando una serie temporale con mediamente 7 immagini per ogni anno. Il metodo è stato impostato sul concetto che un prato viene considerato stabile se non arato per almeno 10 anni. Si è pertanto provveduto, dopo una fase di pre-processing dedicata alla mascheratura delle aree prive di dato (nuvole, neve, disturbo Landsat7), alla generazione di indici di vegetazione NDVI per ogni immagine ed un livello dei valori minimi di NDVI. Mediante controlli a terra presso prati stabili certi e dotati di informazioni sui periodi di sfalcio, sono stati definiti i range caratteristici dell'indice di vegetazione, generando un livello informativo sintetico dei prati stabili potenziali. Una fase finale di fotointerpretazione ha consentito di mappare i prati stabili nel contesto geometrico e tematico del recente Database dell'uso del Suolo 2008.

Abstract

Permanent grasslands have always been an important element for the economy and landscape of Emilia-Romagna. They are the most ancient nutritional resource for the milk cows employed in the production of Parmigiano-Reggiano cheese. The specific production area of this cheese spreads over the Provinces of Parma, Reggio Emilia, Modena, part of the Bologna Province and the territory of Oltrepò Mantovano. Permanent grasslands owe their name to the fact that once they are sown they are never rotated with other crops and are maintained through mowing, irrigation and fertilization. Even if the quantity of forage from permanent grasslands is important for the production of the Parmigiano-Reggiano cheese, their extension tends to decrease because of the

competition with other crops. It is not possible to identify and chart grasslands through photointerpretation because they are difficult to distinguish from other herbaceous crops. Therefore we present here a remote sensing analysis based on Landsat satellitary images taken at different periods, with the intent of identifying the current distribution of permanent grasslands. The study area is covered by two Landsat frames acquiring a total of 174 scenes and realizing about seven images per year. We have considered grasslands to be permanent when not tilled for at least ten years. In a pre-processing phase we have masked No Data areas (clouds, snow and Landsat 7 rumor), then we have calculated NDVI vegetation indexes and minimum NDVI levels for each image. We have defined the specific range of the vegetation index through field survey and we have achieved a classification of potential permanent grasslands. A final phase of photointerpretation has allowed us to trace permanent grasslands in the topological and thematic context of the recent 2008 regional land use database.

Premessa

Il prato stabile è sempre stato un importante elemento dell'economia e del paesaggio del comprensorio di produzione del Parmigiano-Reggiano. La produzione del latte e la trasformazione in formaggio avvengono infatti esclusivamente nelle province di Parma, Reggio Emilia, Modena, Bologna (alla sinistra orografica del fiume Reno) e Mantova (alla destra orografica del fiume Po) (fig 1). Il foraggio derivante dallo sfalcio di questi prati è la risorsa più antica per l'alimentazione delle bovine da latte per la produzione del Parmigiano Reggiano: troviamo riferimenti ai prati stabili sin dal secolo XII e all'interno del comprensorio si possono ritrovare prati risalenti al 1700.

Il prato stabile è una coltivazione agraria di specie erbacee (prato polifita), non soggetta ad avvicendamento con altre colture e per la quale non sono previsti interventi agronomici di aratura per eseguire semine: il mantenimento del cotico erboso e della produttività è garantito attraverso lo sfalcio, l'irrigazione (in pianura), la concimazione e la propagazione spontanea delle specie. Per quanto riguarda la produzione di fieno, i quantitativi variano a seconda dell'andamento stagionale e delle cure culturali apportate, attestandosi mediamente a 100-115 quintali ad ettaro ottenibili da 3-4 tagli (5 tagli in stagioni particolarmente favorevoli) di cui il primo, il più abbondante, si effettua nella prima metà di maggio mentre gli altri vengono effettuati a distanza variabile di 35/40 giorni. I prati stabili assicurano un foraggio di ottima qualità, che risponde in modo equilibrato alle esigenze alimentari del bestiame, giocando un ruolo importante nel definire gli attributi sensoriali del Parmigiano-Reggiano (CRPA, 2007).

La tutela e la salvaguardia dei prati stabili assume rilevanza strategica, oltre che per i motivi agronomici legati alla filiera del Parmigiano-Reggiano, anche per motivi naturalistico-ambientali, in quanto essi rappresentano habitat in grado di ospitare specie di flora e fauna rare o a rischio di estinzione: le numerose specie erbacee che costituiscono il prato stabile sono legate all'ecologia ed all'evoluzione di un determinato territorio e per questo ne indicano il grado di naturalità e di conservazione (Tinarelli, 2008). Pertanto essi, nel panorama agricolo della pianura padana, possono essere considerati *hot spot* di biodiversità floristica (Provincia Parma, 2003).

Inoltre tale tipologia di uso del suolo consente lo stoccaggio di elevate quantità di carbonio costituendo di fatto dei serbatoi noti come "*Carbon sink*". La capacità di stoccaggio supera quella di ogni altra coltura a seminativo (Mais, pomodoro, barbabietola, cereali) e di circa il 25% quella della concorrente foraggera erba medica (Provincia di Parma, 2010).

I prati stabili erano un tempo più diffusi rispetto alla situazione attuale poiché, in seguito alla modernizzazione del comparto agricolo, la tendenza è stata quella di una progressiva sostituzione con prati avvicendati (ad es. erba medica) che sono colture meno idroesigenti rispetto al prato permanente.

Nel database di uso del suolo della Regione Emilia-Romagna esiste già una classe (codice 2310) relativa ai prati stabili, così descritta: "superfici a copertura erbacea densa, a composizione floristica rappresentata principalmente da graminacee, non soggette a rotazione", che risente però della

difficoltà di discriminazione dei prati stabili rispetto alle altre colture erbacee attraverso fotointerpretazione.

In ragione dell'interesse legato alle molteplici valenze sin qui descritte, la Regione Emilia-Romagna ha promosso un progetto sperimentale volto a definirne la distribuzione, attraverso l'utilizzo del telerilevamento multi temporale, mediante analisi di una consistente collezione di dati satellitari degli ultimi 10 anni. L'obiettivo è quello di ricostruire la conduzione agraria dei prati per foraggio, individuando quelli in cui non è mai stata effettuata l'aratura del terreno in questo intervallo temporale.

Il risultato è una mappa dei prati stabili, che potrà essere, oltre che un valido strumento per la loro tutela e valorizzazione, un utile approfondimento del *database* dell'uso del suolo.

Con il presente lavoro si illustrano i criteri metodologici ed i primi risultati dello studio preliminare su due aree test, una in area di pianura e l'altra in collina, mentre la mappatura del territorio del Consorzio sarà completata entro la fine del 2011.

In figura 1 è possibile vedere la distribuzione delle aree in oggetto nel contesto del territorio regionale. Il Consorzio del Parmigiano-Reggiano comprende anche la zona dell'Oltrepò mantovano, esclusa dal presente progetto.

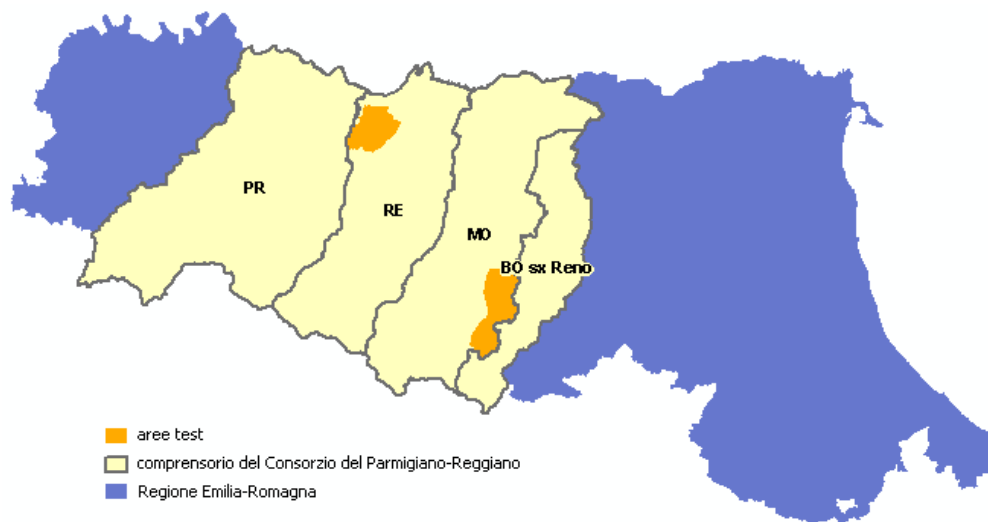


Figura 1 – Aree test utilizzate per la messa a punto della metodologia di elaborazione dati.

Materiali e metodi

E' stata condotta una prima fase di analisi dei dati satellitari disponibili, dalla quale è risultato come le immagini della missione Landsat disponessero del più favorevole rapporto costi/benefici. Tali immagini infatti possono essere acquisite gratuitamente, sono presenti per tutto il periodo d'interesse con varie date per ogni anno ed hanno una risoluzione geometrica sufficiente per la realizzazione di uno strato tematico che informi sull'assenza di arature del terreno nel periodo di riferimento.

Infine il metodo prevede una fase di fotointerpretazione che, dall'analisi comparata dei risultati delle elaborazioni satellitari con le ortofoto, individua e mappa con il dettaglio della cartografia dell'Uso del Suolo 1:25.000 le particelle di prato stabile.

Sono state acquisite in totale 174 immagini distribuite sui due frame della missione Landsat, come evidenziato nella figura 2.

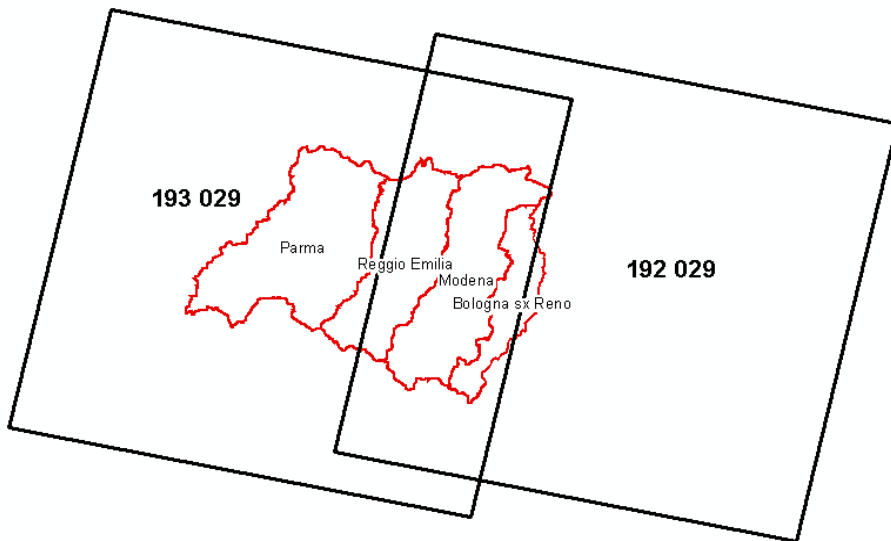


Figura 2 – Area di studio in relazione ai frame della missione Landsat5 e 7.

La fase iniziale del metodo è dedicata al pre-processing sulle immagini satellitari, articolato nelle seguenti attività:

1. correzione atmosferica. Negli studi multitemporali è importante normalizzare le immagini in funzione della trasparenza atmosferica, che per le varie date può interferire con intensità variabile. Si è operato utilizzando la tecnica DOS (*Dark Object Subtraction*), basata sulla lettura dei valori radiometrici dei pixel corrispondenti ad oggetti estremamente “assorbenti”, come laghetti con acque calme, limpide e profonde, e la seguente sottrazione per tutta l’immagine, specifica per ogni banda, del valore radiometrico osservato su tali corpi assorbenti, secondo il concetto che la componente di radianza letta in corrispondenza di questi elementi deriva in realtà da una riflessione a livello dell’atmosfera;
2. maschera topografica per la rimozione delle ombre nelle immagini invernali. Territori adatti ai prati stabili si trovano anche in alta collina su versanti spesso esposti a Nord, data la conformazione dell’Appennino Emiliano. Sono state pertanto calcolate le mappe delle ombre per tutte le date acquisite nei periodi invernali, in modo da non considerare i dati relativi alle porzioni di territorio in ombra, dove si potrebbe rilevare parametri radiometrici fuorvianti;
3. mascheratura delle aree obliterate da fenomeni atmosferici. Nuvole e ombre relative, nebbia e neve sono presenti in misura variabile in diverse immagini, ed anche tali fenomeni devono essere mascherati per la corretta elaborazione dei dati. Mediante delle tecniche di classificazione automatica, supportate da un successivo controllo e revisione per fotointerpretazione, sono state generate le maschere, specifiche per ciascuna immagine;
4. mascheratura delle aree di No Data per le immagini Landsat7 successive al maggio 2003. In tale data infatti il sensore TM ospitato sul satellite Landsat 7 è stato interessato da un malfunzionamento che pregiudica la completezza della copertura nella ripresa del dato a terra, introducendo una mancanza di dati periodica sulle fasce laterali della striscia di acquisizione, come visibile nella figura 3. Si è ritenuto che i dati di tale sensore, pur penalizzati da tale disturbo, fossero sufficientemente ricchi di informazione, considerando anche l’elevato numero di riprese acquisite per ogni anno, elemento che riduce, e spesso azzerà, le persistenze di oblitterazione del dato sullo stesso luogo;

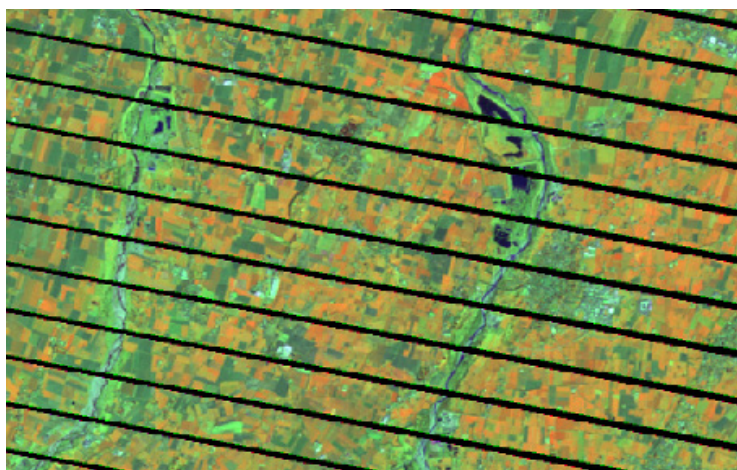


Figura 3 – Dati Landsat 7 successivi al maggio 2003, con la consueta mancanza periodica di dati nelle porzioni più esterne della fascia di acquisizione.

5. calcolo dell'indice di vegetazione NDVI. Per gli obiettivi del progetto, tale indice risulta l'indicatore più adeguato per individuare eventuali momenti nell'arco temporale in cui un appezzamento di foraggiere potrebbe essere stato interessato da una aratura del terreno. Per ogni immagine è stato prodotto il relativo indice di vegetazione, mascherato in corrispondenza di tutte le aree in cui il dato non è attendibile per i motivi descritti sopra.

Il metodo prevede poi la sintesi informativa dei dati con la produzione di un unico strato tematico raster prodotto dalla funzione MIN, denominato $NDVI_{min}$, che restituisce il valore minimo per ogni pixel di una serie di dati multitemporali. Pertanto un appezzamento condotto a prato, e che nell'ultimo decennio non è mai stato arato, si caratterizzerà con valori di $NDVI_{min}$ non inferiori ad una soglia definita. Un altro appezzamento, invece, che appare oggi condotto a prato, ma che presenta valori di $NDVI_{min}$ inferiore a tale soglia, deve essere stato interessato in un periodo dell'ultima decade da una lavorazione del terreno. Il suolo nudo infatti presenta valori di NDVI ben più bassi della copertura erbacea, che anche nei momenti dello sfalcio presenta valori di tale indice sempre superiori.

Queste considerazioni si basano sulla teoria del telerilevamento multispettrale, ma per dotare lo studio di una più robusta taratura dei dati satellitari, si è proceduto con la pianificazione di una serie di controlli sul campo, sincronizzati con il calendario dei passaggi dei satelliti delle missioni Landsat, disponibile in rete presso il portale USGS (U. S. Geological Survey).

Il 21 Luglio 2011, in corrispondenza del passaggio del satellite Landsat 7 in una mattina abbastanza libera da nubi nell'area in oggetto, sono stati effettuati rilevamenti di campo su prati di pianura e collina nella provincia di Reggio Emilia. Si dispone così di una serie di controlli a terra e della relativa documentazione fotografica, sincronizzata con la ripresa satellitare, acquisita poi nel mese di agosto. Questa combinazione consente di verificare e tarare la lettura del dato radiometrico con le informazioni sulle effettive condizioni dei prati, che in questo periodo si caratterizzano per il terzo sfalcio. Il momento del taglio rappresenta infatti il momento di minima "risposta vegetativa" della copertura erbacea e, per le finalità del progetto, risulta di particolare importanza la comparazione tra i dati radiometrici e gli indici di vegetazione con le osservazioni dirette per la taratura ottimale delle soglie di classificazione dell' $NDVI_{min}$.

Nella seguente figura 4 si può osservare un caso di prato sfalcciato con la vegetazione sul terreno.

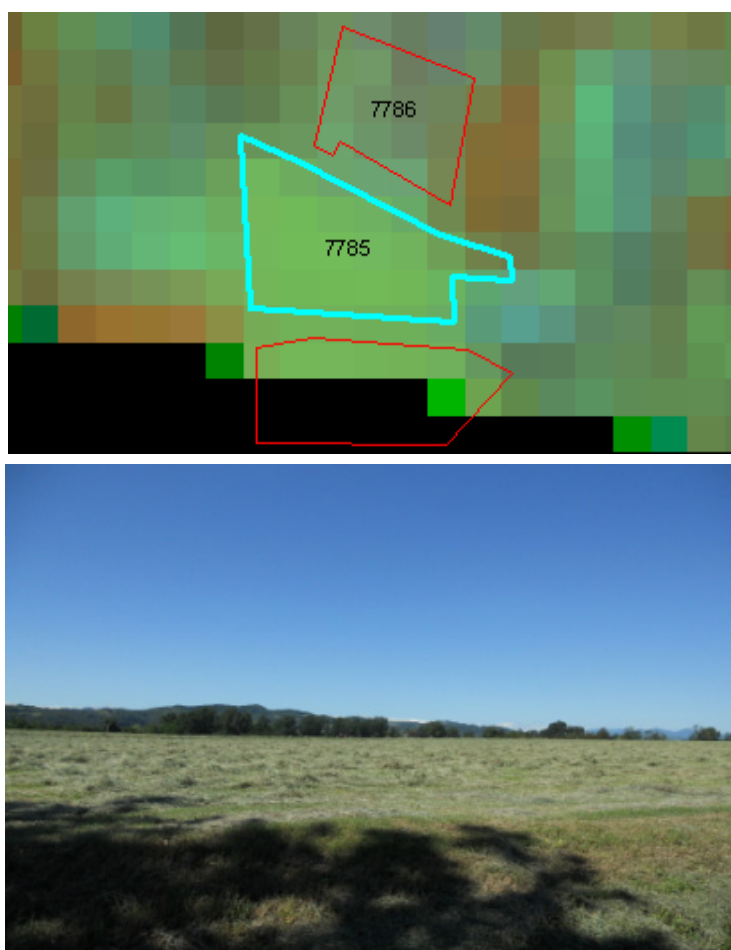


Figura 4 – Prato sfalcato, osservato da Landsat7 (bande 453) e contemporaneamente sul terreno, nei sopralluoghi del 21 luglio 2011.

La successiva fase di processing è stata dedicata ad una analisi statistica dei valori di NDVI di tutte le date considerate, intercettati da una serie di campioni digitalizzati per fotointerpretazione su varie tipologie di uso del suolo. Questa fase aveva il duplice scopo di evidenziare eventuali anomalie radiometriche di particolari date, che potrebbero poi influire negativamente nel calcolo di $NDVI_{min}$ ma anche quello di verificare quantitativamente i *range* di tale indice per varie tipologie di territorio, così da definire al meglio il comportamento dei prati stabili rispetto ad altre categorie agrarie e di uso del suolo in genere.

Sono stati tracciati 70 campioni poligonali, all'interno di unità di uso del suolo con l'accortezza di escludere con sufficiente margine le aree di bordo, in modo da intercettare solo pixel del dato Landsat sicuramente interne all'area da verificare. Tali campioni sono stati tracciati principalmente su appezzamenti condotti a prato stabile individuati nei rilievi di campagna, ma anche su altre tipologie di uso del suolo, come seminativi, boschi di latifoglie, di conifere, aree urbane e corpi idrici.

Sono stati estratti per tutte le 174 date considerate i valori di NDVI medi dei pixel ricadenti in ogni campione, scartando dalla statistica i valori nulli in corrispondenza della mascheratura descritta precedentemente.

Nella seguente figura 5 si riportano i diagrammi NDVI in funzione del tempo per due famiglie di campioni: i prati stabili ed i seminativi.

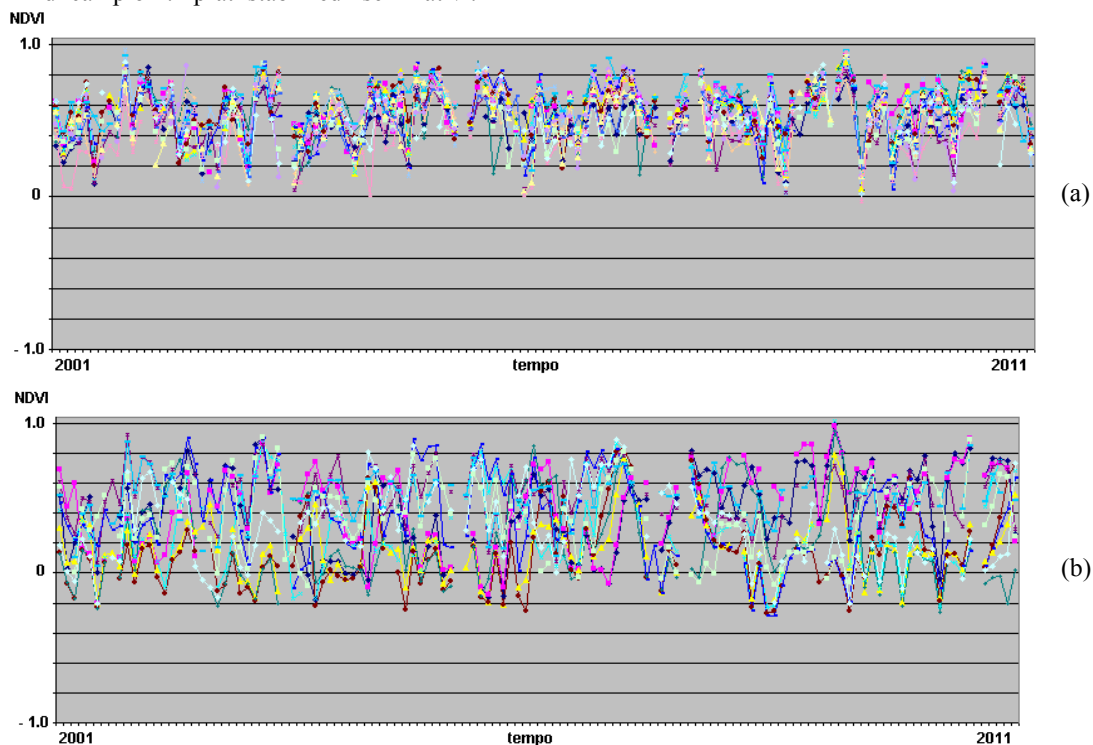


Figura 5 – Diagrammi di indice di vegetazione nei 10 anni considerati estratti su campioni di prati stabili (a) e di seminativi (b).

I valori di indice di vegetazione confermano come i prati stabili non presentino mai valori inferiori allo zero, mentre i seminativi evidenziano periodicamente valori ben inferiori, nel range compreso tra 0 e -0.2, relativi ai momenti di aratura e lavorazione del terreno per la semina.

I rilievi in campo del 21 Luglio scorso confermano tale quadro e consentono di utilizzare l'elaborazione di $NDVI_{min}$ come fondamentale supporto per il riconoscimento e la digitalizzazione dei prati stabili sulla base dell'ortofoto 2008.

In figura 6 si può osservare la mappa del $NDVI_{min}$ che fornisce direttamente la visione qualitativa della presenza e distribuzione di appezzamenti in cui l'indice di vegetazione ha sempre mostrato alti valori, correlabili ai prati stabili, che peraltro caratterizzano notoriamente tale area della pianura reggiana.

Nella successiva figura 7 si evidenzia come all'interno di una delle particelle oggetto di sopralluogo sia stata rilevata una porzione che presenta un valore di $NDVI_{min}$ troppo basso per poterlo considerare prato stabile; nella storia dell'ultimo decennio tale porzione deve aver avuto un intervento di lavorazione che porterà ad escludere la relativa porzione dalla mappatura dei prati stabili.

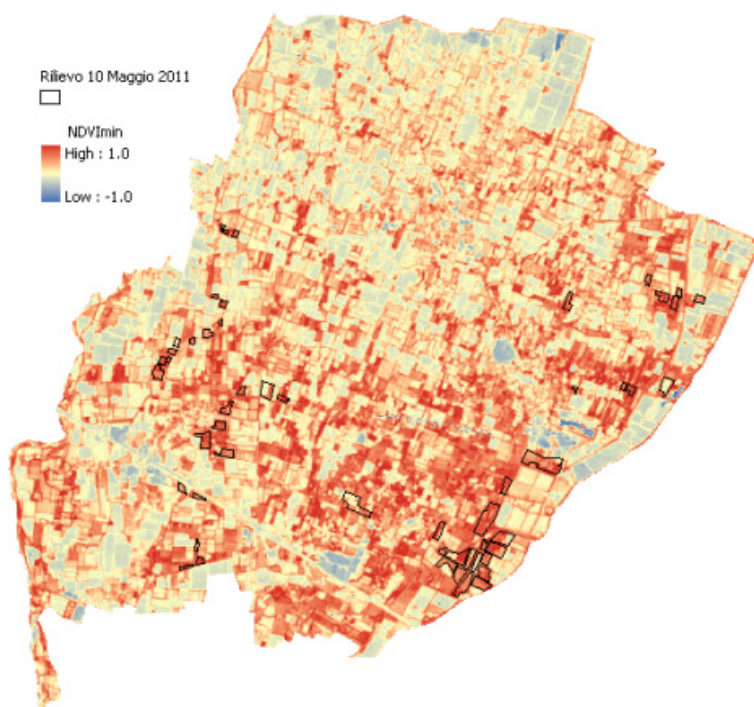


Figura 6 – Mappa del $NDVI_{min}$ nell'area test di pianura, con i limiti delle particelle a prato verificate nei sopralluoghi del 10 Maggio 2011.

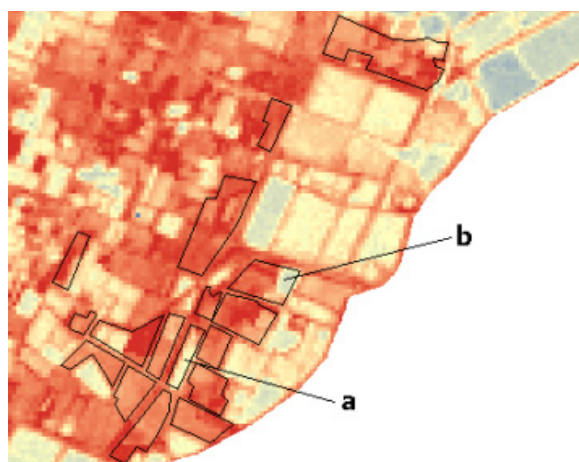


Figura 7 – Particolare della mappa di $NDVI_{min}$: a) prati stabili con valore minimo rilevato in un momento di sfalcio, b) appezzamento con una porzione soggetta ad aratura in un periodo dell'ultimo decennio.

Nella successiva figura 8 viene mostrata la rappresentazione “level slicing” scelta come supporto alla fotointerpretazione, indicando con due classi distinte le aree con un comportamento di persistenza nella decade 2001-2011 di valori di NDVI superiori alla soglia di 0.04, mentre nella classe inferiore si riportano i valori corrispondenti all’area di transizione, utile per il fotointerprete per valutare criticamente la migliore interpretazione, mediante l’osservazione del contesto sull’ortofoto 2008. Nella figura sono riportati anche i poligoni rilevati in campo.

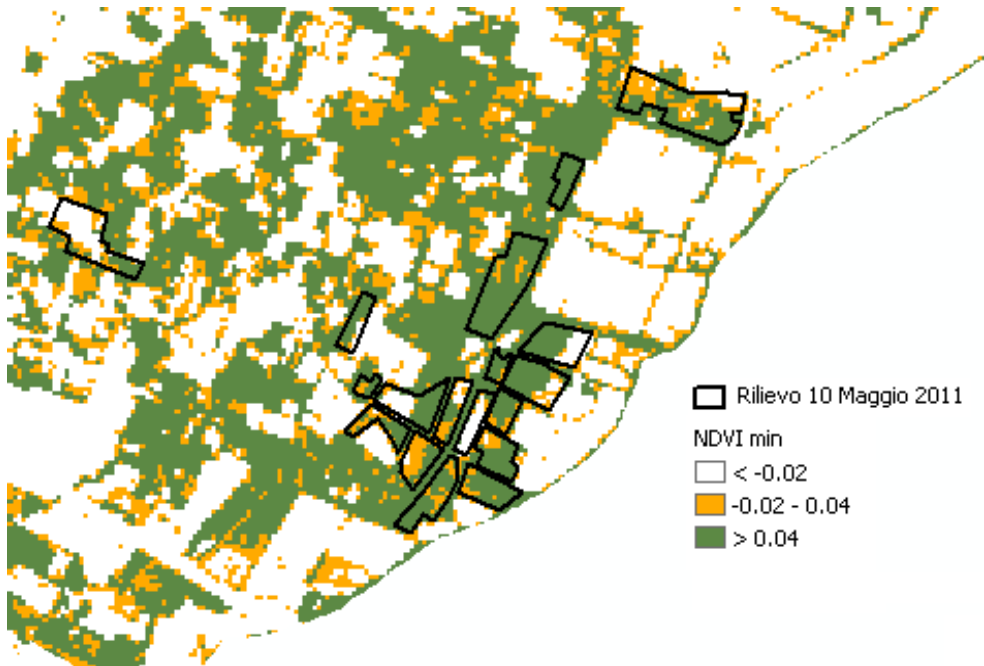


Figura 8 – Mappa di NDVI_{min}: in evidenza le aree non compatibili con i prati stabili (NDVI_{min} < -0.02), quelle appartenenti ad una fascia di possibilità (-0.02 - 0.04) ed infine le aree compatibili con il profilo vegetativo dei prati stabili (NDVI_{min} > 0.04).

Risultati

La sperimentazione condotta sulle due aree di test ha fornito dei risultati positivi in relazione alla possibilità di individuare i prati stabili mediante telerilevamento multitemporale, realizzando uno strato informativo che potrebbe di per sé costituire già un documento valido per la mappatura di tali prati. Per poter disporre di una banca dati ancora più consistente i risultati della ricerca costituiranno la fonte per una attività di fotointerpretazione che, sulla base delle ortofoto 2008, avrà il compito di delineare i prati stabili utilizzando gli stessi parametri di precisione geometrica del data base dell’Uso del Suolo, realizzando di fatto un approfondimento tematico di quest’ultimo. Nella seguente figura 9 e 10 si evidenzia una fase di tale attività di digitalizzazione.

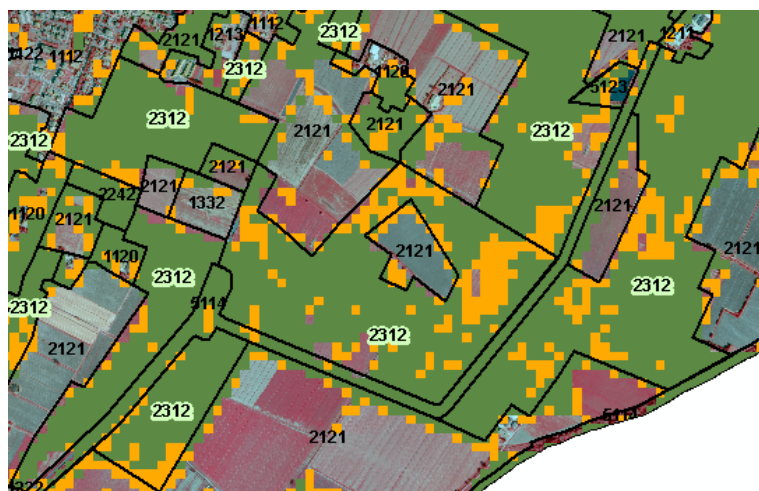


Figura 9 – Fotointerpretazione dei prati stabili supportata dal layer $NDVI_{min}$



Figura 10 – I prati stabili (codice 2312) sulla base dell'ortofoto 2008 IR.

Conclusioni

L'analisi condotta in questo studio, attraverso il telerilevamento multitemporale, ha permesso l'individuazione dei prati stabili all'interno della aree di studio.

La Regione Emilia-Romagna entro la fine del 2011 sarà quindi in grado di fornire uno strumento cartografico dei prati stabili presenti nell'intero comprensorio del Parmigiano-Reggiano, di notevole interesse per i Comprensori di bonifica, il Centro di Ricerche per le Produzioni Animali (CRPA), le Province oltre che per il Consorzio del Parmigiano-Reggiano. Questo nuovo strato informativo risulterà indispensabile affinché essi possano essere tutelati e valorizzati attraverso l'inserimento negli strumenti vigenti di pianificazione territoriale.

Riferimenti bibliografici

Belvederi G. et al., (2010), “Il nuovo database dell’uso del suolo della Regione Emilia-Romagna”, Atti 15^a Conferenza Nazionale ASITA

Ligabue M., et al, (2008) - “Scorrimento o aspersione, come irrigare i prati, Speciale”, L'Informatore Agrario, 20: 43-48.

Garavaldi A, Bortolazzo E., (2008) Qualità del Parmigiano-Reggiano caratterizzata dai foraggi, L'informatore Agrario, 11: 51-55.

Tinarelli R., (2008), “Il declino di prati e pascoli in Emilia-Romagna e le specie ornamentiche che da essi dipendono”, Natura Modenese, Atti del Convegno Uccelli di prati e pascoli: stato e prospettive di conservazione 8: 6-12.

Provincia di Parma, (2003), Università degli studi di Parma: Censimento e caratterizzazione pedologica e vegetazionale dei “Prati Stabili” presenti nel Parco Regionale Fluviale del Taro.

Provincia di Parma (2010), I prati della Via Emilia - Progetto di tutela, recupero e valorizzazione.

Gardi C. et al., (2002), Soil quality indicators and biodiversity in northern Italian permanent grasslands, *European journal of soil biology*, 38 :103-110.