



Citation: Labianca, M. & Varraso, I. (2024). Risorse *open access* per lo studio delle dinamiche spaziali dei paesaggi culturali agricoli e rurali attraverso i cambiamenti nell'uso del suolo. Un'applicazione alla Puglia. *Bollettino della Società Geografica Italiana* serie 14, 7(2): 41-60. doi: 10.36253/bsgi-7453

© 2024 Author(s). This is an open access, peer-reviewed article published by Firenze University Press (<https://www.fupress.com>) and distributed, except where otherwise noted, under the terms of the CC BY 4.0 License for content and CC0 1.0 Universal for metadata.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Competing Interests: The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

For Italian evaluation purposes: Isabella Varraso takes responsibility for sections 1 and 5, Marilena Labianca for sections 2, 3 and 4.

Risorse *open access* per lo studio delle dinamiche spaziali dei paesaggi culturali agricoli e rurali attraverso i cambiamenti nell'uso del suolo. Un'applicazione alla Puglia

Open Access Resources for the Study of the Spatial Dynamics of Cultural Agricultural and Rural Landscapes Through Land Use Changes. An Application to Apulia Region

MARILENA LABIANCA, ISABELLA VARRASO

Dipartimento di Economia, Università di Foggia, Italia

E-mail: marilena.labianca@unifg.it; isabella.varraso@unifg.it

Abstract. At international level, landscapes, especially rural ones, through their capacity to manifest the transformations of cultivation and land use, well express changes in the cultural value and identity of the territories, urging over time greater attention both in research and normative terms. The implementation of increasingly sophisticated study methods, through the use of open access resources, has favored the analysis of changes in land cover and land use, considered detectors of more complex phenomena such as the fragmentation of the landscape, the loss of sites and areas of significant environmental, cultural importance. In this study, after a preliminary review about the role of open access resources and data for the study of the aforementioned transformation processes, an application to the Apulia region of a spatial dynamics analysis developed in a GIS environment is presented using different sources: the open resources access Corine Land Cover from 1990 to 2018 of the International Copernicus Observatory; the Italian CNR Land Use Map at a scale of 1:200 000 for the various years of the Apulia region (CNR, 1956, 1959, 1960) and the Illustrative Volume for the region by Colamonico (1960). Through two phases of long and short-medium term analysis, by means of geoprocessing and cartographic correlation operations in a GIS environment, the main cultivation and land use changes in the region will be reconstructed, highlighting the loss of agricultural and cases of their respective traditional landscapes.

Keywords: Landscapes, Land Use, Geographical Information System, Puglia, Open Access Resources.

Riassunto. A livello internazionale i paesaggi, in particolare rurali, attraverso la loro capacità di manifestare le trasformazioni culturali e di uso del suolo, bene esprimono cambiamenti del valore culturale e identitario dei territori, sollecitando nel tempo una maggiore attenzione sia sul piano delle rilevazioni sia su quello normativo. L'implementazione di metodi di studio sempre più sofisticati, mediante l'utilizzo di risorse open access, ha favorito l'analisi di cambiamenti di copertura e uso del suolo, considerati rilevatori di fenomeni più complessi come la frammentazione del paesaggio, la per-

dita di siti e aree di rilevanza significativa sul piano ambientale, culturale ecc. Nel presente contributo, dopo una breve disamina sul ruolo di dati e risorse in formato aperto per lo studio dei suddetti processi di trasformazione, viene presentata un'applicazione alla regione Puglia di un metodo di analisi di dinamiche spaziali sviluppato in ambiente GIS utilizzando fonti diverse: le risorse open access Corine Land Cover dal 1990 al 2018 dell'Osservatorio Internazionale Copernicus; la Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia del CNR a scala 1:200 000 per i diversi fogli della regione Puglia (CNR 1956, 1959, 1960) e la "Memoria illustrativa della carta della utilizzazione del suolo della Puglia" di Colamonico (1960). Attraverso due fasi di analisi di lungo e breve-medio periodo, mediante operazioni di geoprocessing e di correlazione cartografica in ambiente GIS, sono ricostruiti i principali cambiamenti culturali e di uso del suolo nella regione, evidenziando la perdita di aree agricole e culturali e, in diversi casi, dei rispettivi paesaggi tradizionali.

Parole chiave: paesaggi, uso del suolo, Sistemi Informativi Geografici, Puglia, risorse open access.

1. Premessa

A livello internazionale i paesaggi, in particolare agricoli e rurali, per la loro capacità di manifestare le trasformazioni di uso del suolo e culturali, consentono di far cogliere i cambiamenti del valore culturale e identitario dei territori nelle loro dinamiche organizzative e funzionali (Claval 2016; Antrop 2018; Lee 2020; Agnoletti, Santoro 2022). Come sostiene Claval (2016) il progressivo maggiore interesse nei confronti dei paesaggi è spesso legato alla loro capacità di esprimere le forme di costruzione e conservazione dell'identità collettiva, sebbene attualmente, soprattutto nelle società contemporanee occidentali, si stia vivendo una sorta di "crisi" di tali identità. Peraltro, la stessa concezione di cultura si è trasformata, e il rapporto con il paesaggio ha assunto nuove connotazioni. Ciò ha interessato in particolare la geografia che ha dovuto interpretare tali cambiamenti di ruolo e significato nel tempo e nello spazio. Si è anche arricchito il concetto di *heritage* che non considera soltanto gli elementi materiali ma, anche per effetto delle logiche legate alle teorie geografico-economiche dello sviluppo locale, è applicato all'intero patrimonio dei beni regionali: naturali e artificiali, materiali e immateriali, cognitivo, sociale, culturale e identitario (De Varine 2005), oltre che di governance, su cui si fonda il potenziale competitivo dei luoghi (Camagni et al. 2020) che assumono così nuovi valori e significati.

Il suolo, con le sue destinazioni d'uso, diverse nel tempo e diversamente organizzate nello spazio, dal punto di vista fisico è parte importante dell'heritage cultu-

rale del patrimonio territoriale: per le caratteristiche, per le risorse che contiene al di sotto della coltre superficiale, per il significato economico di fattore di produzione, per le morfologie che assume, per le diverse modalità di occupazioni produttive che ospita, per i sistemi agricoli che esprime, e tutto questo gli attribuisce il significato profondo di bene. Il termine suolo, quindi, racchiude in sé una complessità di significati dalla forte valenza culturale e nel tempo ha acquisito quell'insieme di "intonazioni storiche, economiche, sociali" che impregnano i paesaggi (Nice 1991, 267-276).

La svolta culturale della Geografia degli anni '70 e '80 ha poi riconosciuto nel suolo, come nella costruzione del paesaggio, un importante significato culturale e di heritage riconoscendoli come portatori di ulteriori significati e valori connessi alle rispettive manifestazioni spaziali (Mikesell 1978; Claval et al. 2003; Vallega 2003).

L'evoluzione del modo di concepire i paesaggi rurali come culturali sia materiali che immateriali è piuttosto recente. Solo nel 1992 la Convenzione del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO descrive i paesaggi culturali come testimonianza dell'identità collettiva e introduce la nuova categoria di "*cultural landscape*" al cui interno inserisce proprio i paesaggi rurali; nel 2001 la Convenzione Europea del Paesaggio afferma che il paesaggio contribuisce alla formazione delle culture locali in quanto contribuisce al benessere umano e al consolidamento dell'identità europea e nel 2003 la Convenzione UNESCO per la Salvaguardia del Patrimonio Culturale e Immateriale (Unesco 2003, 2) riconosce e include come patrimonio culturale immateriale "le prassi, le rappresentazioni, le espressioni, le conoscenze, il know-how – come pure gli strumenti, gli oggetti, i manufatti e gli spazi culturali associati agli stessi – che le comunità, i gruppi e in alcuni casi gli individui riconoscono in quanto parte del loro patrimonio culturale".

L'estensione dell'interpretazione dei paesaggi agricoli e rurali, materiali e immateriali, come culturali, si scontra tuttavia con problematiche connesse con profondi processi di trasformazione causati dall'uomo, facendo emergere la necessità di un più attento monitoraggio, gestione e pianificazione di tali fenomeni (Castiglioni et al. 2021). Difatti, processi di urbanizzazione, industrializzazione e la diffusione di pratiche di agricoltura intensiva spesso provocano rapidi e irreversibili cambiamenti nei territori, con perdite di capacità ecologica e di diversità nei paesaggi culturali significativi e di pregio dall'elevato valore storico (Feranec et al. 2010). In generale, attività antropiche verificatesi nel secolo scorso hanno prodotto importanti modifiche e trasformazioni socio-economiche nel territorio rurale, legate ai cambiamenti di uso del suolo, soprattutto nelle aree agro-forestali.

Molti dei processi di trasformazione del territorio sono quasi impercettibili se considerati ad intervalli temporali brevi, ma a lungo termine possono portare a cambiamenti importanti nella capacità di carico, nel bilancio idrogeologico e nella fruibilità del paesaggio (Statuto et al. 2016). Particolare attenzione è richiesta quindi nella gestione dell'uso del suolo e delle attività agricole in quanto la diversità funzionale e l'eterogeneità dei paesaggi sono condizione importante per mantenere, o addirittura migliorare, la resilienza dei sistemi socio-ecologici (Bennet et al. 2021). Basti pensare a quanto incide il cambiamento nell'uso del suolo causato dagli esseri umani sugli habitat naturali e sul generale funzionamento degli ecosistemi (Mäyrä et al. 2023; Bennet et al. 2021; Munafò, Marinosci 2018).

Ne è conseguito nella ricerca, soprattutto negli ultimi anni, lo svilupparsi di studi sempre più sofisticati sulle tematiche dei cambiamenti nell'uso del suolo agricolo (Batista Silva et al. 2013; Pigaiani et al. 2021; Feranec et al. 2010; De Fioravante et al. 2022), sostenute anche dal ricorso alle geotecnologie. Immagini satellitari, cartografie digitali, fotografie aeree, sviluppo e la diffusione di geodatabase a diverse scale regionali, statistiche spaziali e relativi strumenti, metodi di studio e analisi sono diventati sempre più diffusi e spesso prevedono una forte integrazione con software GIS in diversi campi scientifici. Tutto ciò, da una parte ha consentito una larga diffusione di strumenti, mappe e dati spaziali per lo studio di fenomeni e problemi a diverse scale regionali, ma non sempre è accompagnato da un equivalente sviluppo di competenze e abilità riconosciute alla Geografia (Kerski 2015).

In particolare, gli studi sulla copertura e sulle distribuzioni spaziali degli usi del suolo sono considerati essenziali per il monitoraggio e la gestione delle condizioni degli ambienti fisici e umani, in quanto supportano la pianificazione urbana e regionale, consentono la valutazione del rischio di catastrofi, contribuiscono a comprendere cause ed effetti dell'azione antropica e dei processi di trasformazione, spesso irreversibili, a carico di paesaggi e aree di interesse considerati di pregio (De Fioravante et al. 2022; Pigaiani et al. 2021; Faltan et al. 2020; Munafò, Marinosci 2018; Piao et al. 2023). A tal fine a livello internazionale sono stati recentemente sviluppati diversi modelli e metodi d'indagine su questi temi (Berry et al. 1996; Pigaiani et al. 2021; Batista Silva et al. 2013; Meentemeyer et al. 2013; Arnold et al. 2016) che hanno condotto a importanti precisazioni concettuali. Si sono meglio chiariti i concetti di copertura ("land cover") e di uso del suolo ("land use"). Il primo si riferisce alle caratteristiche fisiche della superficie terrestre ed è essenziale per i modelli ambientali (ad es.

climatici e idrologici), mentre il secondo è dato dall'insieme delle variabili socio-economiche, ad esempio in riferimento agli usi urbani e agricoli, che individuano le relazioni dell'uomo con il proprio ambiente fisico (Comber et al. 2008). Tuttavia, tali studi, così come pure la maggior parte dei modelli di cambiamento sviluppati negli ultimi anni, sebbene si siano rivelati utili anche per anticipare i futuri impatti sull'uso del suolo, presentano problematiche e limiti comuni come: l'adozione di un'unica scala spaziale legata all'analisi regionale; la disponibilità di un'unica tipologia di dati e di informazioni, che spesso riducono ad una sola dimensione le relazioni tra i fenomeni, non consentendo di evidenziare la complessità e la diversità dell'agire umano (Verburg et al. 2019).

Per quanto riguarda il contesto europeo e nazionale, gli studi condotti sulle principali dinamiche di cambiamento di copertura e di uso del suolo, mostrano che sono in atto processi significativi di contrazione delle superfici destinate ad uso agricolo, a favore di aree artificiali soprattutto in pianura, lungo le coste e i fondovalle e ciò spesso accade indipendentemente dalla effettiva fertilità e produttività dei terreni. Un altro fenomeno riguarda l'incremento di aree boschive e di ambienti semi-naturali, soprattutto in aree interne, montane e collinari, spesso poco accessibili e di scarso interesse produttivo, dove si verificano fenomeni di abbandono di terreni, dapprima convertiti in spazi agricoli e naturali frammentati, diventati progressivamente macchia e boschi con densità variabili (Munafò, Marinosci 2018; Munafò 2022).

Nei paragrafi successivi, dopo una breve disamina sul ruolo di dati e risorse in formato aperto per lo studio e l'analisi di cambiamenti di copertura e uso del suolo, considerati rilevatori di fenomeni più complessi come la frammentazione del paesaggio, la perdita di siti e aree di rilevanza significativa sul piano ambientale, culturale ecc. (Feranec et al. 2007, 2010) si cercherà di rispondere alle seguenti domande:

1. Come effettuare studi e analisi di lungo periodo utilizzando risorse open access e open data disponibili a livello internazionale?
2. Come esaminare i cambiamenti nel tempo di uso e copertura del suolo utilizzando risorse open access e open data disponibili a livello internazionale?

A tal fine verrà svolta un'applicazione alla regione Puglia, articolata in due momenti successivi ricorrendo all'analisi di fonti diverse.

In particolare, per lo studio di processi di trasformazione di lungo periodo, dagli anni '60 ad oggi, si utilizzeranno e confronteranno la Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia del CNR a scala 1:200 000 per i diversi fogli della regione Puglia (CNR 1956, 1959, 1960) e la

carta di uso e copertura del suolo Corine Land Cover (CLC) dell'Osservatorio Internazionale Copernicus in formato vettoriale, estratta per la regione Puglia per l'ultimo anno al momento disponibile, il 2018. Metodologia che, rispetto a studi analoghi (Faltan et al., 2020; Falcucci et al., 2007; Pelorosso et al., 2009; Feranec et al., 2007, 2010; Piagaiani et al., 2021) ha consentito di individuare particolari areali colturali di copertura e uso del suolo. Per lo studio dei processi di cambiamento di uso e copertura del suolo dal 1990 al 2018 saranno anche utilizzate e confrontate le rappresentazioni su uso e copertura del suolo Corine Land Cover sempre di fonte Copernicus per rilevazioni puntuali ai diversi anni dal 1990 al 2018. I dati e le carte in formato vettoriale per la regione Puglia e per le province di interesse per tutti gli anni di rilevazione, saranno sottoposti ad analisi e operazioni di geoprocessing in ambiente GIS per evidenziare i principali e più recenti cambiamenti di uso e copertura del suolo. Mediante operazioni di geoprocessing e di correlazione cartografica in ambiente GIS saranno poi ricostruiti i principali cambiamenti colturali e di uso del suolo, evidenziando nella regione, la perdita di aree agricole e colturali e, in diversi casi, dei rispettivi paesaggi tradizionali.

2. Risorse e open data dell'Osservatorio Internazionale Copernicus per lo studio di cambiamenti di copertura e uso del suolo

Recenti sviluppi e progressi nell'ambito delle tecnologie dei sistemi di informazione geografica, il rapido diffondersi di istituzioni, che a diverse scale regionali rendono disponibili svariate risorse in formato aperto, hanno favorito una progressiva accessibilità, qualità e armonizzazione di banche dati a supporto non solo delle attività di studio e ricerca, ma in particolare di pianificatori, decisori politici e in generale della collettività (Sánchez Ondoño et al. 2022). Negli ultimi anni vi sono stati numerosi progressi anche nell'affrontare gli aspetti dinamici delle informazioni geografiche, difatti attualmente numerose istituzioni e agenzie di ricerca forniscono informazioni in tempo reale su vari fenomeni che interessano la superficie terrestre (Goodchild 2009). Lo sforzo comune a livello internazionale è quello di superare limiti conoscitivi e operativi per il loro più efficace utilizzo e riutilizzo in ottica di innovazione e sostenibilità, promuovendo reti di cooperazione a diverse scale regionali per supportare analisi e studi affidabili nel tempo e nello spazio.

In tutto ciò, l'uso di modelli computerizzati per lo studio dei processi di cambiamento sull'uso e copertura del suolo è notevolmente aumentato, ciò è dovuto princi-

palmente al progressivo accreditamento di questi modelli nei processi decisionali collaborativi a diverse scale regionali, nel supportare le attività di pianificazione, la definizione delle politiche, l'organizzazione e gestione territoriale, la valutazione degli impatti regionali delle diverse politiche (Verburg et al. 2008; Ustaoglu, Aydinoglu 2019). Data la complessità dei fenomeni attuali che richiedono una conoscenza ampia e sistemica, attualmente non esiste una classificazione standard riguardante approcci e metodi di analisi, né un'unica teoria in grado di cogliere tutti gli aspetti e i fattori determinanti dei cambiamenti di uso e copertura del suolo, pertanto vi sono modelli e applicazioni sviluppati a livello internazionale che si basano su principi e obiettivi diversi che operano a differenti scale regionali con limiti e problematiche comuni (Ustaoglu, Aydinoglu 2019).

Come noto, processi di urbanizzazione, industrializzazione e pratiche di agricoltura intensiva si traducono in rapidi cambiamenti sul piano paesaggistico e culturale, perdita di biodiversità, di valori ambientali, di funzioni e servizi ecosistemici. Difatti i cambiamenti di copertura e uso del suolo, considerati rilevatori di fenomeni più complessi, sono oggetto di recenti studi che sempre più frequentemente utilizzano metodologie di osservazione satellitare sofisticate e aggiornate. Per quanto riguarda il suolo, solo di recente in Europa è stato riconosciuto come un "bene", una "ricchezza" per le generazioni future, un patrimonio ricco e differenziato che comprende diverse tipologie (24 dei 32 principali gruppi di suoli nel Mondo), ognuna "con la sua identità e le sue caratteristiche specifiche" (EC 2021, 1). Esso è considerato a tutti gli effetti un ecosistema fondamentale sul piano ambientale, socio-economico, alla base di molteplici funzioni e servizi essenziali per l'esistenza umana, per la biodiversità, per i servizi ecosistemici, culturali, per il benessere delle persone e le loro attività (EC 2021). Per queste ragioni, considerando il suolo un bene del patrimonio territoriale (ambientale, socio-economico, culturale), l'UE ha riconosciuto la necessità di "dotarsi di una rinnovata strategia per il suolo capace di definire un quadro strategico e misure concrete per proteggere, ripristinare e utilizzare i suoli in modo sostenibile e mobilitare la società, le risorse finanziarie, insieme a conoscenze condivise, pratiche sostenibili e di monitoraggio per il raggiungimento di obiettivi comuni". Tale strategia dovrà operare necessariamente in maniera integrata e sistemica con le diverse politiche, come si legge negli obiettivi del Green Deal:

È fondamentale rendere disponibili una maggiore quantità di conoscenze e dati sui suoli di migliore qualità, così come utilizzare tali conoscenze e dati. L'accesso ai dati di

ricerca sui suoli sarà agevolato grazie alla creazione dello spazio comune europeo di dati del Green Deal e l'attuazione della missione Orizzonte Europa "Un patto europeo per i suoli". Sulla scorta della direttiva Inspire, gli standard aperti per i dati dovrebbero migliorare l'interoperabilità dei quadri di monitoraggio dei suoli a livello nazionale, dell'UE e mondiale (EC 2021, 22).

Sulla base di quanto detto, tra i programmi internazionali espressamente indicati dall'Unione Europea (EC, 2021) per l'attuazione degli obiettivi della Strategia per il suolo e del Green Deal vi è Copernicus¹. Il programma Copernicus, opera congiuntamente con l'Agenzia Europea dell'Ambiente con il supporto di esperti della rete europea per l'informazione e l'osservazione ambientale (EIONET) e del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, secondo un approccio orientato alla ricerca e alla interoperabilità interdisciplinare a diverse scale. Il programma dunque, non si limita a fornire informazioni, banche dati e servizi di Osservazione della Terra in formato di tipo aperto, nel rispetto di standard capaci di garantire l'affidabilità, la qualità, l'interoperabilità e la cooperazione applicativa tra i diversi sistemi informatici della pubblica amministrazione² (contribuendo in tal modo alla creazione del vasto sistema mondiale di osservazione denominato GEOSS-Global Earth Observation System of Systems) ma rappresenta attualmente un Osservatorio istituzionale privilegiato a supporto dello sviluppo della conoscenza interdisciplinare dei contesti territoriali europei (si pensi all'iniziativa Copernicus Academy, cfr. EC 2023), per l'analisi, studio e monitoraggio di fenomeni che rappresentano sfide globali future in ambito privato e pubblico (Copernicus 2017). Considerato come uno dei tre programmi spaziali-faro dell'Unione Europea per il conseguimento degli obiettivi della strategia Europa 2020 (insieme a Galileo e EGNOS-Servizio Europeo di copertura per la navigazione geostazionaria) esso prevede tre componenti gestite da vari soggetti e istituzioni, in particolare la "componente spaziale" per il coordinamento tecnico di strumenti e per la produzione di banche dati condivise tra l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), l'Organizzazione europea per l'esercizio dei satelliti meteorologici (EUMETSAT) e un'altra organizzazione extra-UE, la "componente servizi" per la fornitura e rilascio dei diversi servizi e la "componente in situ" per la sistematica raccolta di dati complementari di monitoraggio

forniti da Stati membri o da utenti volontari (Corte dei Conti Europea 2021). Tra i programmi ritenuti strategici per le sfide internazionali future, Copernicus è oggetto di miglioramenti e aggiornamenti costanti per quanto riguarda le tematiche di approfondimento e studio, le rilevazioni e le relative tecnologie. Esso offre gratuitamente a tutti i cittadini, dati e servizi di informazione di base e specialistica, basati sull'osservazione satellitare della Terra e di dati in situ. In considerazione della complessità delle tematiche trattate e della necessità di integrazione di fonti, strumenti e conoscenze specialistiche diverse, esso si avvale della collaborazione di varie istituzioni e agenzie di monitoraggio a livello internazionale. Attualmente il programma mira a proseguire il lavoro avviato già negli anni '90 e procede con tecniche sempre più affinate, dirette alla prosecuzione dell'importante attività di studio e analisi dei cambiamenti nel tempo, traendo vantaggio da immagini satellitari a più elevata risoluzione spaziale e temporale (ESA Sentinels), da dati tematici forniti dagli Stati membri e da tecniche avanzate di estrazione delle informazioni.

Il programma Copernicus, dunque, rientra pienamente nella strategia europea di innovazione digitale, in quanto offre importanti e innovativi servizi di informazione, analisi e monitoraggio, con una particolare attenzione agli aspetti legati alla vulnerabilità dei territori europei a diverse scale. I principali ambiti di intervento e servizi del programma sostengono direttamente gli obiettivi di Agenda 2030 sullo sviluppo sostenibile e riguardano l'agricoltura, l'economia blu, i cambiamenti climatici e l'ambiente, lo sviluppo e la cooperazione, l'energia e le risorse naturali, la silvicoltura, la salute, l'assicurazione e la gestione delle catastrofi, la sicurezza e la difesa, il turismo, i trasporti e la pianificazione urbana. A fronte degli sviluppi delle nuove tecnologie di rilevazione e monitoraggio integrate con il GIS, secondo una visione open source (anche mediante piattaforme dedicate per la visualizzazione, come l'applicativo per il WEB, il *Data Viewer* "Land Monitoring Service"), il programma rende disponibili dati globali provenienti da satelliti e da sistemi di misurazione terrestri, aerei e marittimi per favorire una conoscenza puntuale e approfondita dei diversi fenomeni, spesso in tempo reale. Il programma offre supporto in aree di policy diverse e a differenti scale regionali, a sostegno delle attività di ricerca, a beneficio di operatori diversi, di autorità pubbliche, di organizzazioni internazionali e in generale di tutti i cittadini europei. Casi di studio e applicazioni a diverse scale regionali consentono di affermare l'utilità e i benefici socio-economici e ambientali già generati da tale programma. L'utilizzo, infatti, di immagini satellitari ad alta risoluzione consente di effettuare ricerche

¹ Fino al 2021 programma GMES – Global Monitoring for Environment and Security.

² Si veda a tal proposito Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Codice dell'amministrazione digitale, Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82 (art. 50, 52, 68).

in tempo reale e di fornire, attraverso rilievi e analisi a diverse scale regionali, una straordinaria varietà di informazioni liberamente utilizzabili e metodi di ricerca replicabili. Tra le principali sfide dei prossimi anni vi è certamente quella di fornire dati e informazioni con carattere ordinario e straordinario/previsionale per finalità programmatiche e per contenere situazioni di emergenza e di crisi soprattutto a favore di aree rurali marginali. Il programma di cooperazione internazionale, basato sui servizi di osservazione, offre pertanto strumenti conoscitivi strategici in settori cruciali oggetto di attenzione e intervento da parte delle attuali politiche europee, in particolare per lo studio dei processi di trasformazione.

Tra i diversi servizi, il programma *Land*, costantemente aggiornato, è specifico per lo studio e il monitoraggio dei processi di trasformazione degli usi del suolo e dunque dei connessi paesaggi europei. Si tratta di un servizio *web-oriented* in grado di fornire agli utenti informazioni, dati gratuiti e accessibili attraverso una specifica piattaforma. In particolare, Copernicus “Land Monitoring Service” (CLMS) fornisce informazioni geografiche sulla copertura e uso del suolo e relativi cambiamenti, sullo stato della vegetazione, sul ciclo dell’acqua e su altre variabili disponibili in un’ampia gamma di informazioni fruibili da diversi utenti in Europa e nel Mondo.

All’interno del CLMS, Corine Land Cover (CLC) è la fonte più accreditata e consolidata sul piano scientifico, difatti sono numerose le applicazioni a livello internazionale (De Fioravante et al. 2022; Pigaiani et al. 2021; Faltan et al. 2020; Munafò, Marinosci 2018). CLC è stato elaborato per standardizzare la raccolta di dati relativi all’uso del suolo in Europa per sostenere lo sviluppo della politica agricola e ambientale. Il primo inventario risale al 1990 e il primo aggiornamento al 2000. A questi sono seguiti aggiornamenti periodici con cadenza di circa 6 anni, mediante il coinvolgimento di un numero crescente di Stati membri.

I dati e le informazioni si basano su immagini satellitari ad alta risoluzione spaziale ortocorrette e forniscono la base geometrica e tematica per la successiva mappatura. I dati in situ (mappe topografiche, ortofoto e dati di rilievo del terreno, per unità minima di mappatura di 25 ettari e larghezza di 100 metri) sono elementi di base essenziali per tutte le elaborazioni e forniscono informazioni su numerose variabili ad essi correlate (come lo stato della vegetazione o il ciclo dell’acqua), supportando applicazioni in diversi settori, come ad esempio la gestione e pianificazione del territorio, risorse idriche e foreste, agricoltura e sicurezza alimentare.

I parametri tecnici di base sono cambiati nel corso del tempo, la nomenclatura attuale è di tipo gerarchico

con tre livelli di dettaglio tematico da 1 a 3, suddivisi in 5 categorie, per un totale di 44 classi. Le cinque principali categorie di copertura/uso del suolo sono: superfici artificiali, aree dedicate all’agricoltura, foreste e aree seminaturali, zone umide e acque (European Union et al. 2021).

Di grande interesse è il recente sviluppo di un servizio che elabora e fornisce i cambiamenti intervenuti nel corso del tempo attraverso Corine Land Cover Changes (CLC-Change), tali analisi sono disponibili a partire dal secondo inventario del 2000. Gli interventi e i cambiamenti registrati si basano sull’analisi dei dati di due inventari consecutivi, ottenuti attraverso un confronto visivo immagine-immagine di immagini satellitari con un livello di accuratezza superiore all’85%. I dati delle serie temporali europee CLC e CLC-Change senza soluzione di continuità si riferiscono ai seguenti anni: 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 e sono distribuiti nel Sistema di Riferimento europeo. Le banche dati, in formato aperto, sono di grande rilevanza e sono ampiamente utilizzate in diversi settori, contribuendo a numerosi studi e applicazioni a livello europeo, tra cui la mappatura degli ecosistemi, la modellazione degli impatti dei cambiamenti climatici, la frammentazione dei paesaggi prodotti da attività antropiche, la diffusione di fenomeni di abbandono di terreni agricoli e grandi cambiamenti strutturali in agricoltura, l’espansione urbana, il monitoraggio delle acque, la pianificazione e il controllo ecc.

Sul piano della metodologia, viene garantito un livello di armonizzazione a livello internazionale (secondo le recenti disposizioni e convenzioni internazionali), grazie al supporto di una base statisticamente solida soprattutto per l’analisi di serie temporali mediante i cosiddetti strati contabili di CLC. Sul piano tecnico i cambiamenti riguardano quelli intervenuti sulla superficie terrestre con periodicità diverse (annuale, stagionale), mentre i cambiamenti transitori e periodici a breve termine sono fenomeni che non sono in genere mappati come modifica di CLC (Buchhorn et al. 2020).

L’aspetto più rilevante di tali banche dati è che sono fruibili da diversi utenti in maniera gratuita e sono disponibili in formati che favoriscono l’interoperabilità e il riutilizzo (principalmente in formato raster e vettoriale). Questi ultimi, resi disponibili con topologia poligonale, contengono informazioni puntuali di base che possono essere oggetto di operazioni di analisi più complesse in ambiente GIS per estrarre e derivare dati sui cambiamenti di uso e copertura del suolo a diverse scale regionali, consentendo di cogliere la dimensione spaziale, dinamica e relazionale dei fenomeni, come si vedrà meglio nei paragrafi successivi.

Essendo tali risorse (banche dati, manuali tecnici, rapporti di ricerca ecc.) supportate da una solida base

scientifica, rappresentano uno strumento fondamentale per lo studio dell'uso/copertura del suolo e dei relativi cambiamenti, inoltre attraverso opportune analisi e confronti spazio-temporali possono consentire lo studio dei cambiamenti intervenuti nei paesaggi agricoli e rurali in Europa a diverse scale regionali, supportando in tal modo ulteriori sviluppi in molteplici ambiti e non solo nella ricerca.

3. Principali cambiamenti di uso del suolo e culturali in Puglia dagli anni Sessanta a oggi

Per rilevare i cambiamenti a lungo termine, sono necessarie tutte le informazioni disponibili nel tempo, in quanto la tipologia di dati e informazioni varia notevolmente; ponendo una serie di problemi, primo fra tutti la confrontabilità delle diverse fonti che spesso presentano livelli di dettaglio e metodologie di rilevazione e rappresentazione differenti. Lo studio dei cambiamenti di uso e copertura del suolo è più di altri soggetto a imprecisioni

e incoerenze. Per ridurre questi problemi, viene comunemente realizzata una generalizzazione della base cartografica o dei database utilizzati. Ciò consiste in un processo di estrazione informata che cerca di mantenere tutte le informazioni essenziali ed elimina e/o semplifica quelle meno importanti, in cui tuttavia vengono mantenute le relazioni tra gli oggetti della rappresentazione cartografica, preservando per quanto possibile, l'accuratezza e la leggibilità delle informazioni (Pelorosso et al. 2009). Nella tabella 1 sono riportate, per i diversi anni, le principali fonti di dati e risorse utilizzate in questo studio, con specifica indicazione della tipologia di dato, del livello di copertura, delle classificazioni adottate e le rispettive modalità di acquisizione, ciò al fine di condurre un'analisi diacronica che supporti la conoscenza della realtà regionale e consenta confronti territoriali a diverse scale.

Per lo studio dei processi di trasformazione di lungo periodo della regione Puglia, non essendo disponibili dati CLC antecedenti al 1990 di fonte Copernicus, un importante riferimento è rappresentato dalla *Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia* a scala 1:200 000 per i

Tabella 1. Principali fonti e dati utilizzati nel presente studio per l'analisi dei cambiamenti di uso e copertura del suolo in Puglia dal 1960 al 2018. Fonte: elaborazione propria.

Risorse e dati utilizzati	Metadati, copertura territoriale e anno di riferimento	Fonte
Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia per la regione Puglia. Fogli 15, 16, 17, 18, 19	Formato cartaceo, copertura nazionale. Scala 1: 200 000, legenda con classificazione in 21 tipologie di uso e copertura del suolo. Anni: 1956, 1959, 1960	Consiglio Nazionale delle Ricerche (Centro Studi di Geografia Economica) Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE Touring Club Milano
Memoria illustrativa della carta della utilizzazione del suolo della Puglia	Formato cartaceo, copertura nazionale. Fogli 15, 17 e 18 della Carta di utilizzazione del suolo d'Italia per la regione Puglia. Anno 1960	C. Colamonico, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 1960
Dataset Corine Land Cover (CLC) 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 (dal primo fino al terzo livello)	ESRI Shapefile, copertura globale pan-europea (da 27 a 39 Stati). Unità minima di mappatura: 25 ettari / 100 mq, legenda con classificazione in 44 tipologie di uso e copertura del suolo. Anni: 1990, 2000, 2006, 2012, 2018	Copernicus, Land Monitoring Service, https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover , ultima consultazione 31/01/2024
Carta nazionale su usi e utilizzazione del suolo. Rielaborazione della "Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia"	Formato digitale di: Rapporto di Ricerca ISPRA, elaborati cartografici (ESRI Shapefile), copertura nazionale, legenda con classificazione in 12 tipologie di uso e copertura del suolo. Anno 2018	Munafò, Marinosci 2018; Falcucci et al. 2007
Piano del Paesaggio della Regione Puglia 2015 (PPTR), elaborati e successivi aggiornamenti	Formato digitale di: Documenti di Piano, Norme Tecniche di Attuazione, Atlante del Patrimonio Ambientale, Territoriale, Paesaggistico, Sistema delle Tutele con elaborati cartografici (formato ESRI shapefile) articolato in tre componenti: struttura idrogeomorfologica, ecosistemica e ambientale, antropica e storico-culturale, copertura regionale. Anni: 2015, 2022	Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia, https://pugliacon.regione.puglia.it/web/sit-puglia-sit/pptr-piano-paesaggistico-territoriale-regionale

diversi fogli della regione Puglia (CNR 1956, 1959, 1960). I fogli 15, 16, 17, 18 e 19 in cui è compreso il territorio regionale, sono stati acquisiti in formato cartaceo, digitalizzati e georeferenziati in ambiente GIS e confrontati con una recente elaborazione in formato vettoriale, utilizzata in significativi studi a livello nazionale (si vedano Munafò, Marinosci 2018; Falcucci et al. 2007). Quest'ultima, sebbene per ragioni di confrontabilità con le attuali classificazioni, sia meno dettagliata e articolata rispetto alla fonte originaria (formato cartaceo della Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia a scala 1:200 000), si è rivelata una fonte informativa accurata e particolarmente utile per meglio comprendere i fenomeni di trasformazione agraria e dei paesaggi di Puglia nel lungo periodo, mediante confronto e correlazione cartografica con le rappresentazioni su copertura e uso del suolo più recenti CLC di fonte Copernicus al 2018.

Inoltre a supporto dell'analisi regionale ci si è avvalsi del volume monografico illustrativo di Colamonico (1960) a corredo della Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia a scala 1:200 000. La Memoria illustrativa della carta dell'utilizzo del suolo della Puglia ha fornito "una visione completa dei fenomeni", delle dinamiche regionali e delle relazioni tra i diversi fenomeni (Colamonico 1960, 9). Nella presentazione dell'opera, Colamonico (1960, 9-10) afferma che:

qualsiasi raffigurazione cartografica, esige, nella valutazione geografica dei fatti e fenomeni che riproduce, un commento chiarificatore e interpretativo che, oltre a fissare i caratteri della localizzazione e della distribuzione, valga a facilitare e illustrare quello che è il fine ultimo di tutte le nostre indagini scientifiche, la ricerca cioè dei rapporti fra i vari oggetti e fenomeni nella loro coesistenza spaziale e, soprattutto, la ricerca delle cause della stessa varietà di distribuzione.

Come detto, in questa fase del lavoro, per la ricostruzione dei principali cambiamenti colturali e di uso del suolo dagli anni '60 al 2018 nella regione, l'analisi diacronica di lungo periodo è stata effettuata ricorrendo alle suddette fonti. La correlazione cartografica tra i fogli della Carta della Utilizzazione del Suolo per la Puglia, la specifica versione georeferenziata e la rappresentazione cartografica di CLC per l'ultimo anno disponibile al 2018 mostra gli areali di cambiamento nel periodo considerato, utilizzando la nomenclatura ufficiale di CLC. Le Figure 1, 2 e 3, pur nei limiti delle diverse metodologie di rappresentazione originarie (si vedano Munafò, Marinosci 2018; Falcucci et al. 2007; Colamonico 1960), riportano i cambiamenti più significativi osservati per gli areali geografici delle colture più remunerative e del tessuto urbano della regione. Nel complesso si eviden-

zia una generale contrazione degli areali geografici delle diverse colture, soprattutto per quanto riguarda i seminativi, prati, pascoli e sistemi agrari complessi. Tale contrazione ha riguardato anche quelle colture considerate economicamente più remunerative, tradizionali e di pregio come le legnose, in particolare frutteti, vigneti e oliveti (cfr. fig. 1-2) che come vedremo successivamente hanno manifestato profondi cambiamenti.

Come emerge dalla rappresentazione cartografica in figura 3, la progressiva riduzione di aree agricole dagli anni '60 al 2018 è avvenuta in maniera generalizzata in tutta la regione, a favore di aree urbane, industriali, commerciali, segno di fenomeni di polarizzazione e urbanizzazione del territorio soprattutto nelle aree di pianura e più fertili.

La figura 4 mostra un esempio di progressiva espansione di aree urbanizzate e commerciali a discapito di aree agricole seppur di pregio. I comuni rappresentati a nord di Bari, sono di medio-grandi dimensioni, caratterizzati da popolazione accentrata e ricadenti negli areali geografici di produzioni di qualità. Tali produzioni specifiche e diffuse nel nord-barese, sono ampiamente riconosciute a livello nazionale e internazionale e riguardano soprattutto le coltivazioni legnose (come il vitigno "moscato di Trani", la varietà di cultivar di olivo la "coratina").

Un ulteriore aspetto che emerge dall'analisi di lungo periodo riguarda la progressiva specializzazione e concentrazione produttiva in ben definiti areali geografici. Nello specifico, sebbene si riscontri una generale riduzione degli areali geografici di produzioni tradizionali della regione, come frutteti, vigneti e oliveti, d'altro canto si può osservare una tendenza alla concentrazione produttiva in specifiche aree, segno di una maggiore specializzazione produttiva, e ciò accade per quelle varietà colturali che hanno ottenuto riconoscimenti e certificazioni nazionali. È difatti il caso dei vigneti, oliveti e soprattutto frutteti che, sebbene ridotti in termini di superfici dedicate e di distribuzione in tutto il territorio regionale, risultano concentrati in specifici areali geografici (si vedano figg. 1-2). La fig. 5 rappresenta la distribuzione colturale nel comune di San Severo al 1959, tra i comuni a nord in provincia di Foggia con maggior presenza di oliveti e vigneti. Si può osservare la concentrazione di vigneti e oliveti anche nel vicino comune di Torremaggiore. Anche in quest'area, attualmente riconosciuta per produzioni certificate di qualità, vi è stata una contrazione di aree agricole, soprattutto oliveti, a vantaggio di vigneti. Un altro esempio in provincia di Bari riguarda i frutteti, tra le produzioni vi sono le ciliegie di specifiche varietà colturali, incluse di recente nell'elenco dei Prodotti Agroalimentari Tradi-

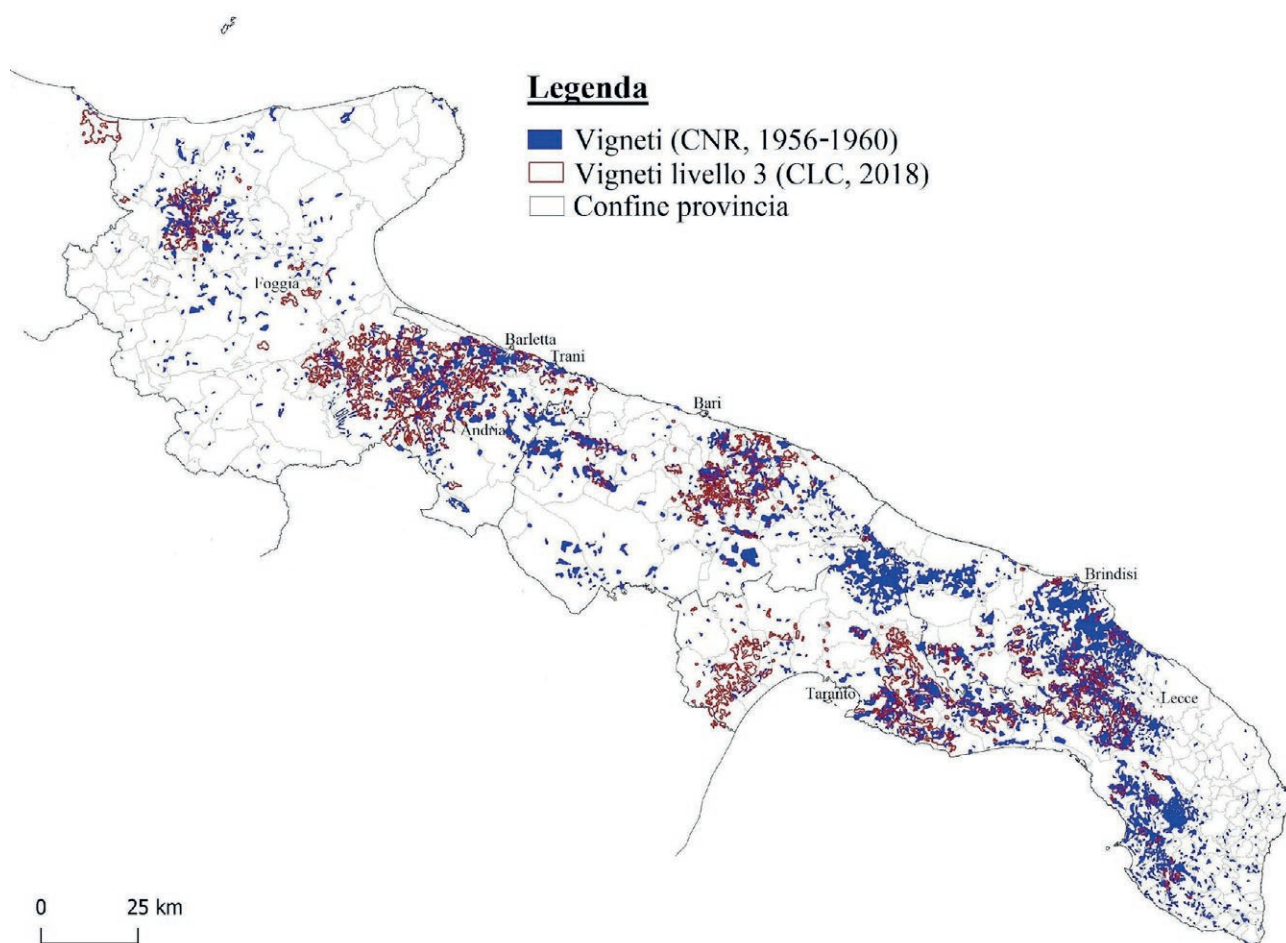


Figura 1. Regione Puglia: correlazione cartografica tra areali delle colture agricole, in particolare vigneti, nel periodo 1956-2018. Fonte: elaborazione propria in base a CNR (1956-1960) e CLC (2018).

zionali regionali (Didonna et al. 2022), attestate a livello nazionale sul piano quantitativo e qualitativo che attualmente risultano concentrate soprattutto in alcuni comuni a sud del capoluogo di provincia. Ai suddetti fenomeni si aggiunge una progressiva sostituzione dei seminativi con colture intensive e ciò accade in tutte le province della regione, in particolare Foggia e a sud di Bari.

4. Principali cambiamenti di uso del suolo e culturali in Puglia dal 1990 ad oggi

Lo studio dei processi di trasformazione agricola dagli anni '90 al 2018 nella regione Puglia è stato effettuato a partire da specifici open data su uso e copertura del suolo CLC resi disponibili dal programma internazionale Copernicus per gli anni di rilevazione: 1990,

2000, 2006, 2012, 2018, come indicato nella tabella 1. Nella specifica sezione tematica "Land" (Land Monitoring Service) sono riportati open data su usi e copertura del suolo, dettagliati e armonizzati a scala europea (European Environment Agency 2018; European Union et al. 2021), georeferenziati³ con topologia poligonale, che importati in ambiente GIS, consentono di ottenere carte digitali su differenti usi e coperture del suolo a scala europea e locale in formato raster e vettoriale. Inoltre, poiché contengono informazioni puntuali di base, permettono di eseguire operazioni di analisi più complesse, in ambiente GIS, per estrarre e derivare informazioni sui principali cambiamenti di uso e copertura del suolo a

³ Si vedano: Copernicus, CLMS portfolio Corine Land Cover e Dataset Catalogue per i diversi anni al seguente link: <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>.

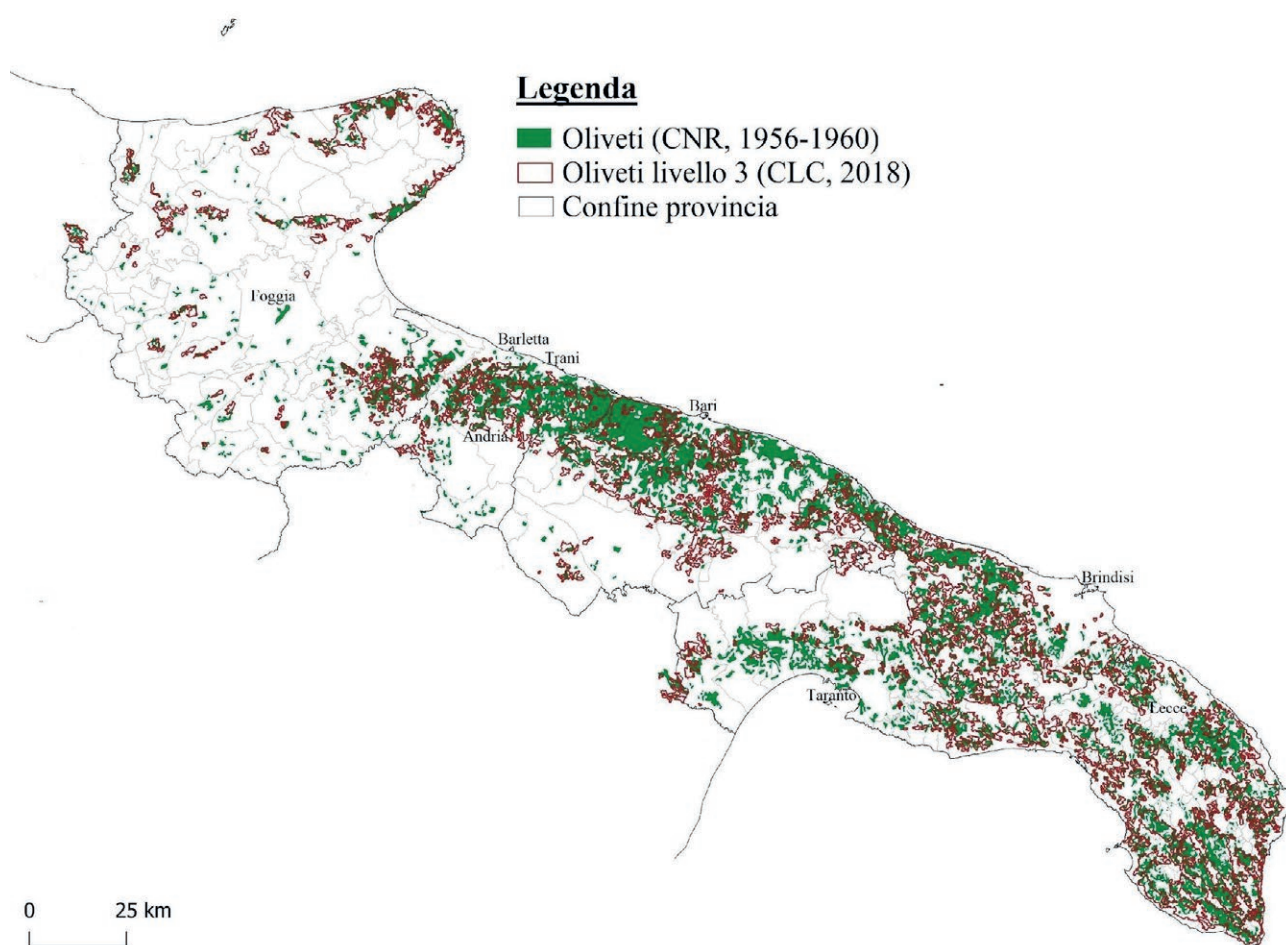


Figura 2. Regione Puglia: correlazione cartografica tra areali delle colture agricole, in particolare oliveti, nel periodo 1956-2018. Fonte: elaborazione propria in base a CNR (1956-1960) e CLC (2018).

diverse scale regionali nell'intervallo temporale di osservazione.

In questo studio, si è partiti dalla estrazione e importazione in ambiente GIS (utilizzando il software open source QGIS versione 3.28) dei dati a scala europea (Sistema di Riferimento europeo, con codice EPSG:32632) in formato vettoriale ESRI (Environmental System Research Institute) shapefile per tutti gli anni di rilevazione⁴.

⁴ Lo shapefile, come noto, è riconosciuto a livello internazionale come un formato aperto, considerato l'ampio utilizzo e la duttilità di questi dati la cui gestione non è necessariamente vincolante per diverse tipologie di software. Infatti, l'Agenzia per l'Italia Digitale nelle sue Linee Guida nazionali per la valorizzazione del patrimonio informativo pubblico (si vedano Agenzia per l'Italia Digitale, 2020 e <https://docs.italia.it/italia/daf/lg-patrimonio-pubblico/it/stabile/modellodati.html>) ritiene che questo formato per la rappresentazione di dati geografici possa essere inclu-

In questo formato, le informazioni geolocalizzate vengono associate a dati tabellari, ciò ha reso possibile effettuare diverse operazioni in ambiente GIS a partire dal vettore originario a copertura europea, per giungere al risultato finale. In primo luogo, è stata selezionata l'area di interesse mediante l'operazione di geoprocessing "ritaglia", sovrapponendo il vettore di base dei confini amministrativi della regione. Data la necessità di eliminare diverse ridondanze nella banca dati originaria e di individuare aree di uso e copertura del suolo per poter meglio interpretare questi cambiamenti si è utilizzata la classificazione ufficiale di CLC.

È stata effettuata un'operazione di aggregazione "dissolve" per ridurre il numero di elementi in base alle

so nei dati aperti (di livello 2), malgrado per alcune comunità sia ritenuto un formato proprietario.

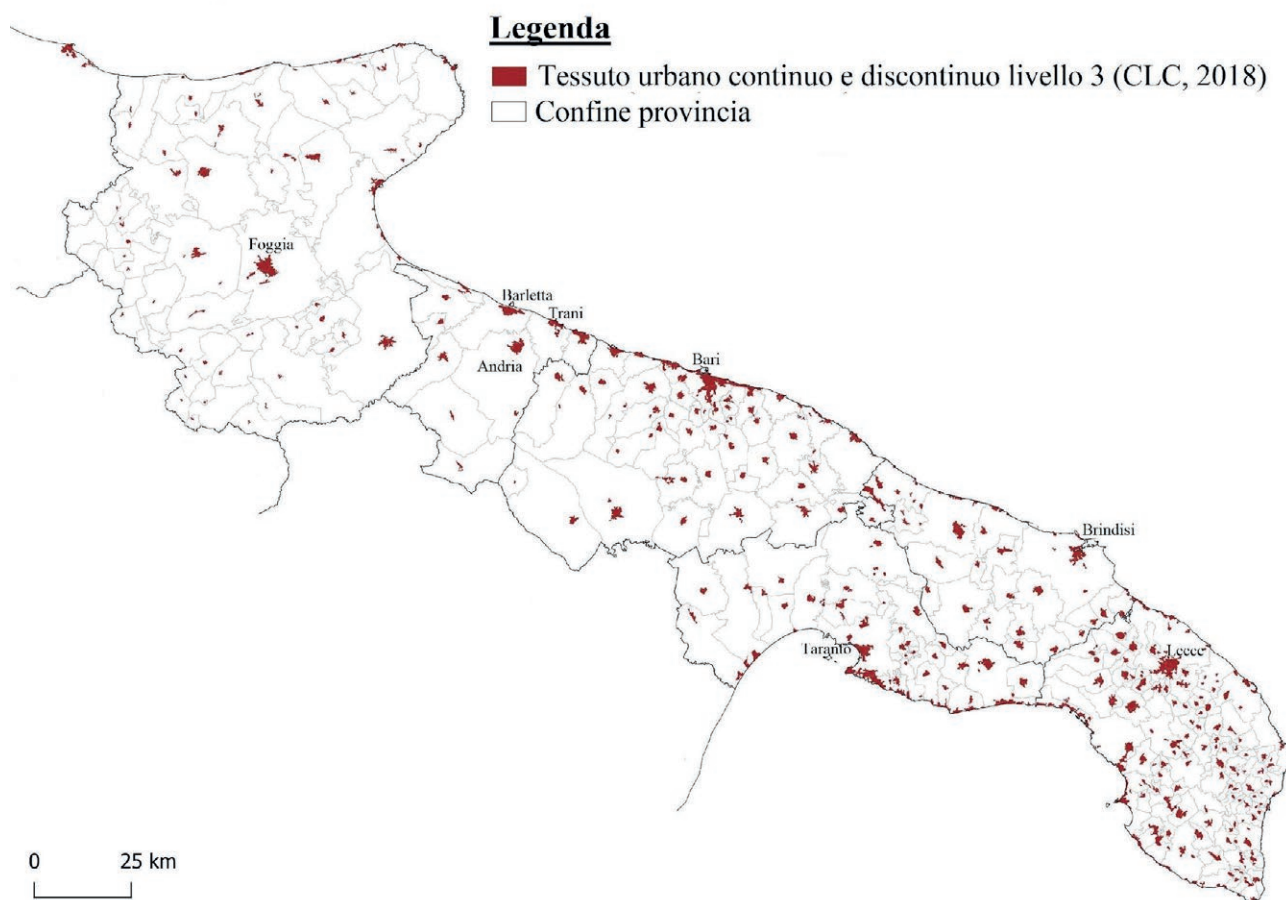


Figura 3. Regione Puglia: areali di tessuto urbano continuo e discontinuo nel 2018. Fonte: elaborazione propria in base a CLC (2018).

categorie di CLC da analizzare. Il vettore ottenuto ha consentito di raggruppare tutti gli elementi caratterizzati dal medesimo attributo e mediante il calcolatore di campi, impostata la specifica formula, è stato possibile ricavare di volta in volta, per ogni categoria, i valori effettivi delle superfici espresse in ettari nonché i valori percentuali. Le suddette operazioni, ripetute in più passaggi, hanno consentito di mettere in evidenza la situazione generale e i successivi principali processi di trasformazione, descritti come passaggi da una categoria all'altra di uso e copertura del suolo per la regione Puglia e per le province selezionate.

Per poter interpretare i dati e i risultati dell'analisi, si è utilizzata l'articolazione delle categorie principali di uso e copertura del suolo secondo la nomenclatura ufficiale di CLC suddivisa in 5 categorie articolate in livelli di dettaglio crescenti da 1 a 3, disponibili attualmente a scala internazionale (la nomenclatura nel suo complesso

con la legenda puntuale dei rispettivi livelli è riportata in European Environment Agency 2019).

Le analisi sono state effettuate per le prime due delle cinque categorie (cfr. European Environment Agency 2019) e i rispettivi tre livelli della classificazione di CLC indicati in tab. 2. Si è soffermata l'attenzione in particolare sui passaggi da aree agricole ad altre categorie, come superfici artificiali.

Per comprendere i processi di trasformazione delle aree agricole, sono state considerate principalmente due categorie: 1 che individua le superfici artificiali (territori modellati artificialmente) e 2 relativa alle aree dedicate all'agricoltura (terreni agricoli). I processi di trasformazione di uso e copertura del suolo delle aree di interesse sono stati calcolati come cambiamenti dalla categoria 2 alla categoria 1 e altre categorie, mediante le suddette operazioni di *geo-processing* effettuate in ambiente GIS.

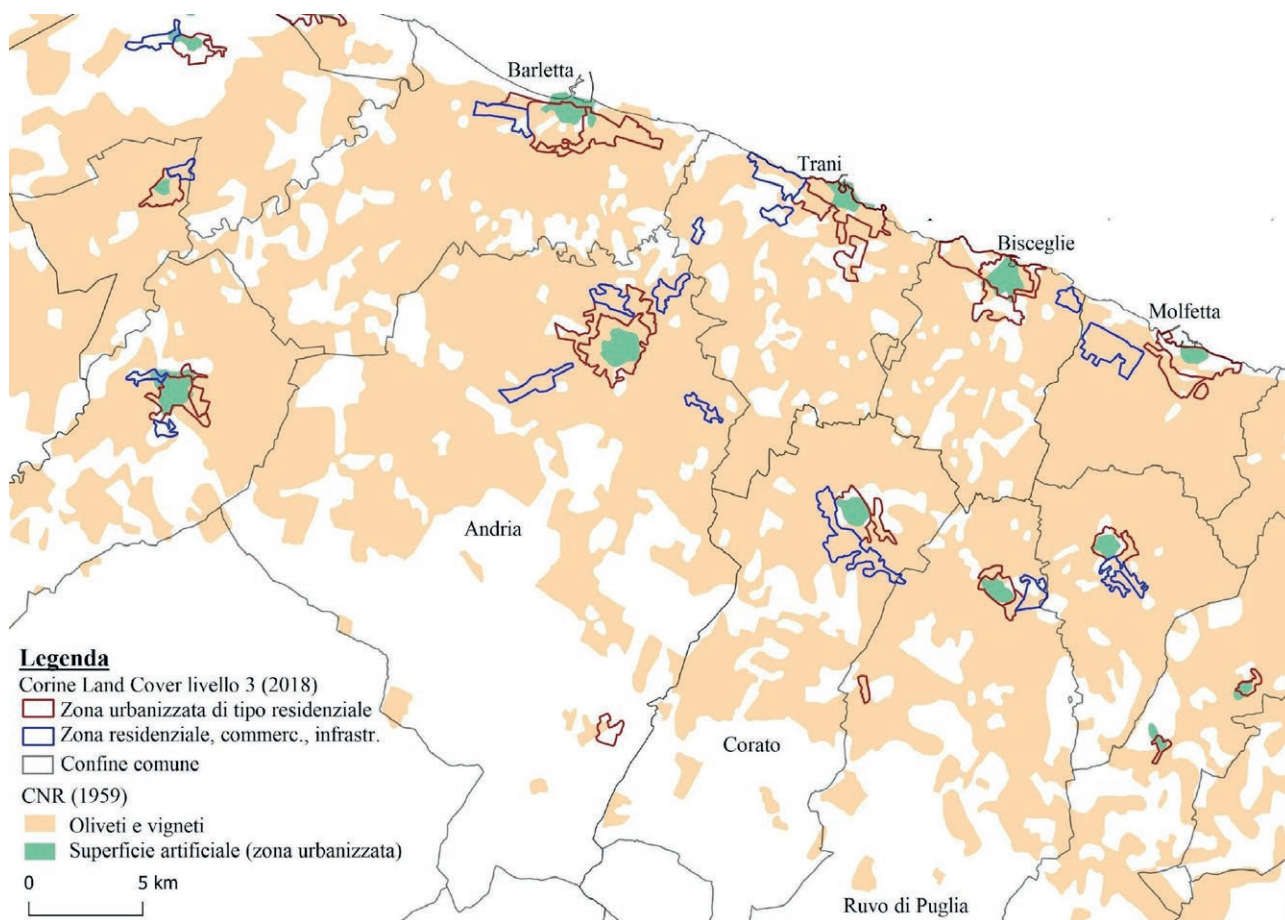


Figura 4. Esempio di correlazione cartografica degli areali di zone urbanizzate, residenziali, commerciali, infrastrutturali e aree agricole relativa all'area provinciale a nord di Bari (1959-2018). Fonte: elaborazione propria in base a CNR (1959) e CLC (2018).

Si è partiti dall'esame della situazione della Puglia al livello 1 (più generale) ed è stato effettuato il calcolo dell'estensione (per entità e percentuali di superficie) delle principali categorie di uso e copertura del suolo di CLC. La tabella 3 mostra la situazione della regione al livello 1 della classificazione di uso e copertura del suolo al 2018 (ultimo anno al momento disponibile). Emerge la forte prevalenza di aree agricole, ben l'80,6% della copertura regionale complessiva a testimonianza del ruolo strategico che tuttora riveste l'agricoltura pugliese nel contesto socio-economico.

Le stesse operazioni di *geo-processing* sono state replicate per tutti i livelli di CLC effettuate per tutti gli anni di rilevazione puntuale dal 1990 al 2018 sia per la regione, sia per le province di Foggia e Bari (tab. 5), a partire dal livello 1 fino al livello 3 più analitico.

Come si evince dalla tab. 4, tra i maggiori cambiamenti nel tempo, si osserva il passaggio dalla categoria 2 alla 1, cioè da aree dedicate all'agricoltura a territo-

ri modellati artificialmente. Questa di dettaglio restituisce una perdita di superfici agricole a vantaggio di aree destinate ad usi industriali o commerciali, tessuto urbano continuo e tessuto urbano discontinuo. In particolare, nel decennio 1990-2000 ben 1.104,3 ettari sono stati sottratti all'agricoltura e questo processo continua, anche se con diverse intensità, nei periodi successivi, inoltre la categoria 2 "aree agricole" si trasforma al suo interno (da 2 a 2) e questi cambiamenti diventano sempre più sensibili dal 2000 in poi.

La stessa analisi è stata ripetuta per il medesimo livello di dettaglio in particolare per le province di Foggia e Bari, le più significative a livello nazionale per la presenza di aree agricole (rispettivamente al primo e quinto posto a livello nazionale, secondo le ultime statistiche di copertura e uso del suolo in Europa condotte da GEA - Geospatial Environmental Accounting, sulla base dei dati più recenti di CLC). Si tratta di due sistemi agricoli che presentano caratteri specifici e distin-

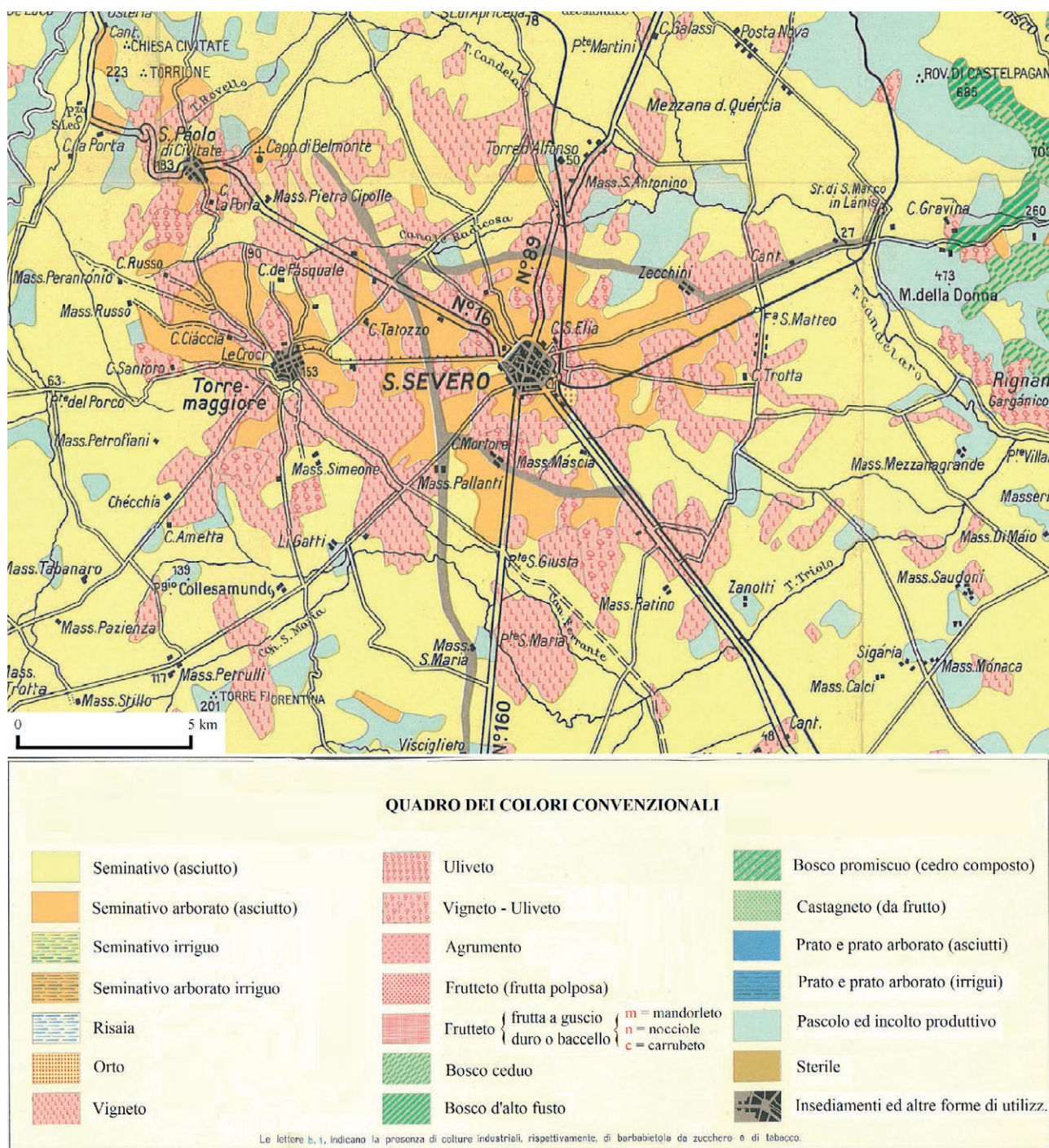


Figura 5. Distribuzione culturale nel comune di San Severo (provincia di Foggia) al 1959. Stralcio della Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia, Foglio 15 con storica presenza di vigneti e uliveti, questi ultimi sostituiti attualmente da vigneti. Fonte: elaborazione digitale e rielaborazione propria in base a CNR (1959).

ti sul piano socio-economico, culturale e paesaggistico (Bissanti 1977; Fiori, Varraso 2000; Grillotti Di Giacomo 2000). Il confronto tra le due province rivela dinami-

che simili, sebbene con intensità diverse. In entrambi i casi, infatti si assiste, come nel resto della regione, a processi di trasformazione di uso del suolo che segnano il

Tabella 2. Uso e copertura del suolo secondo la nomenclatura ufficiale Corine Land Cover, 2018: articolazione delle prime due categorie principali e dei rispettivi livelli 1, 2 e 3 di dettaglio. Fonte: rielaborazione propria in base a European Environment Agency (2019).

Categoria/Livello 1	Livello 2	Livello 3
1. Superfici artificiali (territori modellati artificialmente)	1.1. Tessuto urbano	1.1.1 Tessuto urbano continuo 1.1.2. Tessuto urbano discontinuo 1.2.1 Aree industriali o commerciali
	1.2 Unità industriali, commerciali e di trasporto	1.2.2 Reti stradali e ferroviarie e terreni associati 1.2.3 Aree portuali 1.2.4 Aeroporti
	1.3 Miniere, discariche e cantieri	1.3.1 Aree di estrazione mineraria 1.3.2 Discariche 1.3.3 Cantieri
	1.4 Aree vegetate artificiali non agricole	1.4.1 Aree verdi urbane 1.4.2 Aree sportive e ricreative
2. Aree dedicate all'agricoltura (terreni agricoli)	2.1 Seminativi	2.1.1 Seminativi in aree non irrigue 2.1.2 Seminativi in aree irrigue 2.1.3 Risaie
	2.2 Colture permanenti	2.2.1 Vigneti 2.2.2 Frutteti e frutti minori 2.2.3 Oliveti
	2.3 Pascoli	2.3.1. Prati stabili
	2.4 Aree agricole eterogenee	2.4.1 Colture annuali associate a colture permanenti 2.4.2 Sistemi colturali e particellari complessi 2.4.3 Aree prevalentemente occupate da colture agrarie 2.4.4 Aree agroforestali

Tabella 3. Regione Puglia: uso e copertura del suolo per le 5 categorie di uso e copertura del suolo, livello 1 di Corine Land Cover al 2018. Fonte: elaborazione propria in base a Copernicus – CLC (2018).

Categoria di uso e copertura del suolo	Area [ha]	Area [%]
1. Superfici artificiali	105.994,60	5,5%
2. Aree agricole	1.559.655,85	80,6%
3. Foreste e aree seminaturali	242.902,02	12,6%
4. Zone umide	9.003,38	0,5%
5. Acque	16.954,24	0,9%
<i>Totale</i>	<i>1.934.510,085</i>	<i>100,0%</i>

passaggio da aree agricole a favore di aree destinate ad usi urbani, industriali, commerciali e infrastrutturali soprattutto negli anni 2000-2006 e 2006-2012, mentre il fenomeno sembra ridursi nell'ultimo periodo 2012-2018 con lievi differenze nei territori considerati (circa 265,6 ettari per la provincia di Bari a fronte di 180 ettari per la provincia di Foggia). Nello specifico, la provincia di Bari mostra una progressione del fenomeno già a partire dagli anni '90 con variazioni decisamente superiori alla provincia di Foggia, evidenziando dunque una significativa perdita di aree agricole, spesso di pregio, soprattutto nell'intervallo temporale intermedio (oltre 1.000 ettari per il periodo 2000-2006 e 2006-2012) (tab. 5).

L'analisi più approfondita della categoria 2 al livello 3 (qui non riportata) rivela per la regione Puglia e in particolare per le province considerate, soprattutto per il periodo intermedio 2000-2006 e 2006-2012, indicativi cambiamenti dalla categoria di uso agricolo ad aree destinate ad usi industriali, commerciali, tessuto urbano continuo e tessuto urbano discontinuo. Inoltre, ciò ha riguardato anche le aree agricole all'interno della propria categoria, evidenziando in misura prevalente passaggi da aree dedicate a seminativi ad usi del suolo più remunerativi, come i vigneti, oliveti e frutteti, come emerge anche dalle figure 1 e 2. Parallelamente, dunque, alla trasformazione degli usi del suolo da agricolo

Tabella 4. Regione Puglia: variazioni di ettari di uso e copertura del suolo della categoria 2 “aree dedicate all’agricoltura”, al suo interno e verso altre categorie da 1 a 5, per livello dettaglio 1 alle date di rilevazione (1990, 2000, 2006, 2012, 2018). Fonte: elaborazione propria in base a Copernicus – CLC (1990, 2000, 2006, 2012, 2018).

Cambiamenti in ettari della categoria 2 al suo interno e verso altre categorie	Variazioni (ha) nei periodi di rilevazione			
	1990-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018
2-1	1.104,3	3.275,4	4.825,8	1.014,3
2-2	47,5	491,4	320,0	419,2
2-3	0,0	0,0	26,2	27,6
2-4	0,0	47,7	0,0	0,0
2-5	0,7	15,0	78,0	0,0

Tabella 5. Province di Foggia e Bari: variazioni di ettari di uso e copertura del suolo della categoria 2 “aree dedicate all’agricoltura”, al suo interno e verso altre categorie da 1 a 5, per livello dettaglio 1 alle date di rilevazione (1990, 2000, 2012, 2018). Fonte: elaborazione propria in base a Copernicus – CLC (1990, 2000, 2006, 2012, 2018).

	Cambiamenti in ettari da categoria 2 al suo interno e altre	Variazioni (ha) nei periodi di rilevazione			
		1990- 2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018
Provincia di Foggia	2-1	0,0	623,7	595,6	180,0
	2-2	0,2	77,7	122,5	38,3
	2-3	0,0	0,0	0,0	0,0
	2-4	0,0	47,7	0,0	0,0
	2-5	0,0	15,0	8,0	0,0
Provincia di Bari	2-1	123,6	1.053,9	1.233,1	265,6
	2-2	0,0	35,4	0,0	198,9
	2-3	0,0	0,0	0,0	0,0
	2-4	0,0	0,0	0,0	0,0
	2-5	0,7	0,0	0,0	0,0

a urbano, si è verificato un cambiamento delle forme di utilizzo dei terreni a vantaggio di colture più remunerative, concentrate soprattutto in territori più fertili e caratterizzati da condizioni ambientali più favorevoli, determinando cambiamenti nei paesaggi di tali aree.

In realtà l’analisi conferma come, già dal secolo scorso, il principale fattore della significativa trasformazione agraria della regione, sia da imputarsi alle caratteristiche della proprietà fondiaria e dei tipi di impresa, connotate da un forte frazionamento e ridotte dimensioni aziendali, così come dalle condizioni fisiche del terreno e del clima, dai condizionamenti esterni, quali politiche agricole, richieste del mercato e/o crisi generali dell’economia nazionale (Colamonico 1960).

L’analisi complessiva per la Puglia, considerando le trasformazioni dal 1990 al 2018, evidenzia che gran parte dei processi di trasformazione nella regione risultano antecedenti ad una serie di misure avviate dal governo regionale per limitare tali fenomeni (Labianca 2022,

2023). La Regione difatti solo di recente ha avviato una serie di interventi a favore soprattutto dei paesaggi di pregio, in particolare attraverso il Piano del Paesaggio del 2015 (Regione Puglia 2015) tuttora in corso, mediante significative innovazioni di metodo nell’approccio adottato, e in particolare nella più accurata perimetrazione delle aree e siti oggetto di tutela e valorizzazione. Nello specifico, il complesso lavoro di censimento e mappatura del Piano, reso disponibile e accessibile a tutti gli utenti attraverso il Sistema Informativo Territoriale regionale, ha riguardato non soltanto siti e aree di interesse naturalistico, ma complessi sistemi di paesaggi storici, culturali, agrari e rurali considerati “alla base dell’identità locale”, da tutelare e valorizzare. La fig. 6, riporta uno degli strati informativi estratti dal Piano del Paesaggio della Regione Puglia, espressamente dedicato ai paesaggi rurali di pregio. Dalla rappresentazione cartografica emerge la capillare distribuzione su tutto il territorio regionale, fattore questo che può aver rappresen-

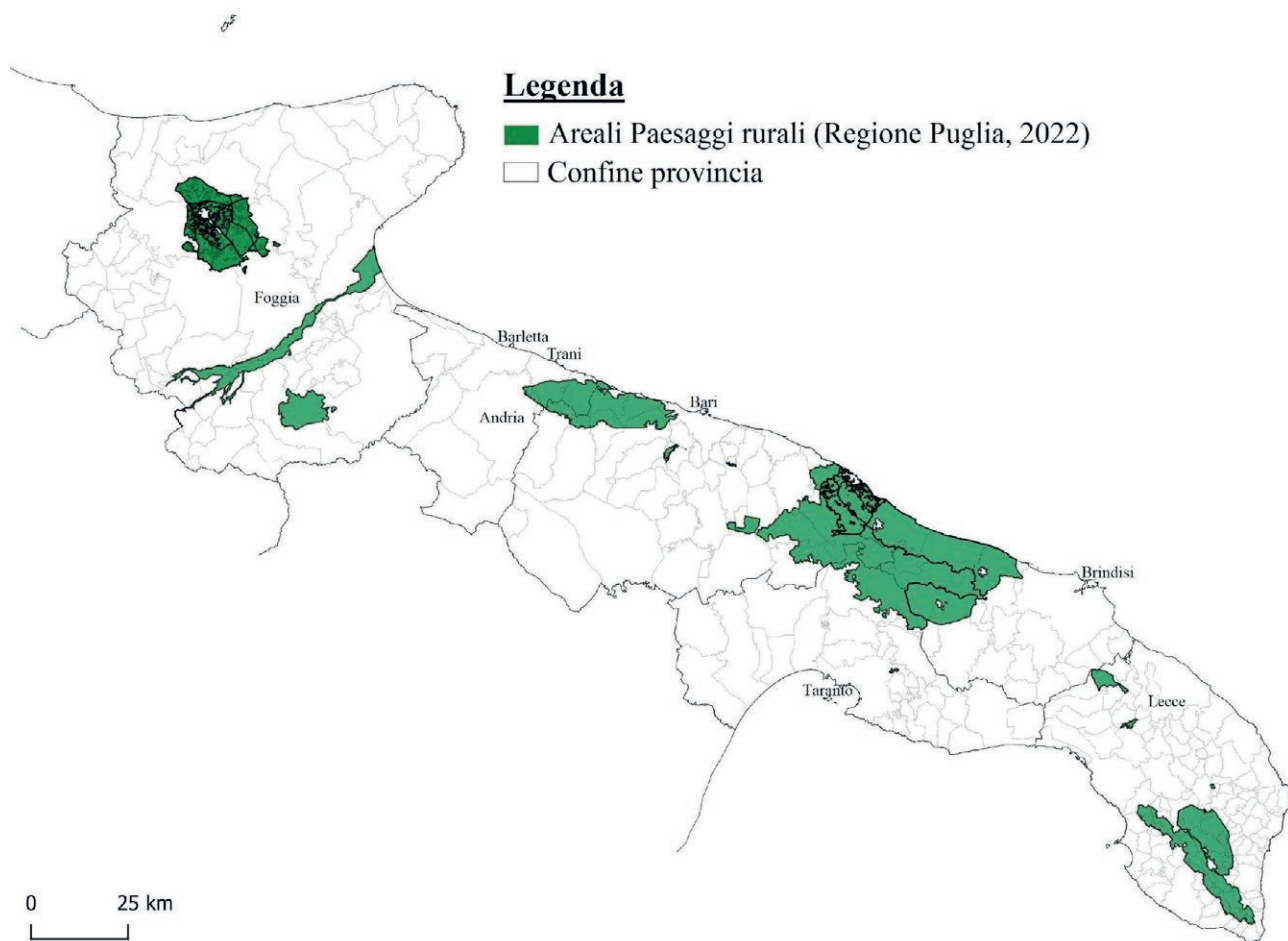


Figura 6. Regione Puglia: areali geografici dei paesaggi rurali di pregio rilevati al 2022 in applicazione del Piano del Paesaggio del 2015. Fonte: elaborazione propria in base alle informazioni del Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia (Regione Puglia 2022).

tato, soprattutto negli ultimi anni, un vincolo ai processi di trasformazione di aree agricole e paesaggi di pregio, che comunque, sebbene con minore intensità sono tuttora in corso (come si riscontra nella tab. 5), soprattutto in corrispondenza dei maggiori centri urbani, pianeggianti e con maggiore pressione antropica e lungo le coste nelle aree a maggior afflusso turistico.

Le dinamiche registrate nella regione confermano quanto accaduto nel resto del Paese: i processi di trasformazione degli ultimi decenni hanno riguardato soprattutto la progressiva crescita di aree modellate artificialmente che interessano infrastrutture diverse, costruzioni o altre coperture non naturali con inevitabile sottrazione di spazi all'agricoltura (Munafò, Marinosci 2018; Munafò 2022).

5. Conclusioni

Lo sviluppo e la recente diffusione di dati, strumenti e informazioni capaci di favorire lo studio e il monitoraggio delle complesse relazioni e delle diverse dinamiche di cambiamento descritte, evidenziano l'importanza di tali risorse in quanto strategiche e fondamentali per le attività di conoscenza, gestione, monitoraggio e pianificazione regionale.

Lo studio condotto, allo stato attuale della ricerca, propone alcune riflessioni sia di metodo sia di risultati. Data la complessità dei fenomeni attuali che richiedono una conoscenza ampia e sistemica, attualmente vi sono studi, approcci e modelli di cambiamento che sebbene si siano rivelati utili anche per anticipare i futuri impatti sull'uso del suolo, presentano problematiche e limiti comuni come l'adozione di un'unica scala spaziale legata

all'analisi regionale, la disponibilità di un'unica tipologia di dati e di informazioni che spesso, riducendo ad una sola dimensione le relazioni tra i fenomeni, non consente di evidenziare la complessità e la diversità dell'agire umano, mentre, come noto, processi di urbanizzazione, industrializzazione e pratiche di agricoltura intensiva si traducono in rapidi cambiamenti sul piano paesaggistico e culturale, perdita di biodiversità, di valori ambientali, di funzioni e servizi ecosistemici.

L'impegno a livello internazionale da parte di Osservatori privilegiati, come Copernicus, nella attuale posizione di produttore di basi di dati sull'osservazione satellitare ma anche di conoscenza strategica dei diversi contesti regionali, mira a rendere quanto più accurati e omogenei dati, metodi di rilevazione e di classificazione nell'ambito della comunità scientifica internazionale e dei policy makers a diverse scale, per favorire lo sviluppo di studi, nonché di applicazioni, che facciano uso dei diversi strumenti e risorse in contesti regionali differenti per affrontare le sfide future dei territori europei e dei rispettivi cambiamenti antropici anche nei paesaggi storici.

A livello internazionale quindi vi è uno sforzo comune per rendere tali dati e strumenti non solo facilmente fruibili ma soprattutto capaci di rilevare processi di trasformazione in maniera continuativa e dinamica nel tempo. Si tratta tuttavia di un orientamento piuttosto recente e come tale dunque deve essere ulteriormente implementato per consentire indagini di lungo periodo.

Per tale ragione, in questo contributo è stata proposta una metodologia volta ad analizzare ed evidenziare i cambiamenti nel breve e lungo periodo nella regione considerata, utilizzando e combinando fonti, risorse e strumenti diversi. A tal fine è stato necessario procedere distinguendo cambiamenti nel breve e nel lungo periodo, dovendo ricorrere a diverse fonti, che pur adottando metodologie di rilevazione, classificazione e rappresentazione differenti, hanno tuttavia consentito di evidenziare i più significativi processi di trasformazione di uso e copertura del suolo e dunque dei paesaggi agrari e rurali della regione Puglia. La metodologia si ritiene utile anche perché è replicabile in altri contesti regionali a diverse scale, da europea a locale, inoltre è implementabile nel tempo anche grazie al sistematico aggiornamento di banche dati affidabili e interoperabili come Corine Land Cover, disponibili a diverse scale regionali e dunque capaci di favorire confronti e approfondimenti internazionali.

Tuttavia, l'analisi delle trasformazioni sulla copertura e uso del suolo per il lungo periodo evidenzia la necessità di un approccio integrato per lo studio di tali fenomeni, nonché la disponibilità di fonti, strumenti e conoscenze adeguate. In particolare, un importante aspetto riguarda la effettiva disponibilità, accuratezza

e omogeneità nella rilevazione e classificazione di dati e risorse in formato aperto. Si tratta di un presupposto fondamentale per la rilevazione di dinamiche di lungo periodo, necessarie per comprendere gli effettivi cambiamenti nel tempo, in quanto rivelatori di fenomeni più complessi, nonché nello sviluppo di metodologie e strumenti di analisi per lo studio di processi di trasformazione regionali per favorire confronti spazio-temporali sempre più accurati.

Come emerso dal presente caso regionale, significativi e spesso irreversibili processi di trasformazione di uso del suolo si manifestano attraverso cambiamenti nei paesaggi rurali materiali e immateriali soprattutto tradizionali e di pregio. Processi di urbanizzazione, industrializzazione e diffusione di pratiche di agricoltura intensiva provocano rapidi e irreversibili cambiamenti come, perdita di biodiversità e di paesaggi culturali significativi e di elevato valore socio-economico. In generale, attività antropiche, condizioni socio-economiche verificatesi nel corso del tempo nella regione, hanno prodotto importanti trasformazioni legate ai cambiamenti di uso del suolo. L'analisi di breve-medio termine evidenzia processi di modificazioni antropiche nel complesso non particolarmente intensi, e ciò è dovuto probabilmente a una serie di interventi regionali a partire dagli anni duemila posti a tutela della biodiversità agricola e dei paesaggi rurali di pregio. L'analisi di lungo termine mostra invece cambiamenti significativi legati a processi di urbanizzazione, industrializzazione, specializzazione produttiva e diffusione di pratiche di agricoltura intensiva, fenomeni forieri di fragilità ecosistemiche, perdita di biodiversità e di paesaggi tradizionali di pregio, che dunque meritano ulteriori studi e approfondimenti.

Riferimenti bibliografici

Agenzia per l'Italia Digitale (2020). *Linee guida nazionali per la valorizzazione del patrimonio informativo pubblico*. Ultima versione. Italia, 13/02/2020, <https://docs.italia.it/italia/daf/lg-patrimonio-pubblico/it/stabile/index.html>

Agnoletti, M., Santoro, A. (2022). The Italian National Register of Historical Rural Landscapes. In Hernik, J., Walczyk, M., Sankowski, E., Harris, B.J. (a cura di). *Cultural Heritage. Possibilities for Land-Centered Societal Development. Environmental History*, 13. Cham, Springer, 15-34.

Antrop, M. (2018). A brief history of landscape research. In Howard, P., Thompson, I., Waterton, E., Atha, M. (eds.). *The Routledge Companion to Landscape Studies*. London, Routledge, 1-15.

- Arnold, S., Smith, G., Hazeu, G., Kosztra, B., Perger, C., Banko, G., Soukup, T., Strand, G.H., Valcarcel-Sanz, N., Bock, M. (2016). The EAGLE Concept: A Paradigm Shift in Land Monitoring. In Ahlqvist, O., Varanka, D., Fritz, S., Janowicz, K. (a cura di). *Land Use and Land Cover Semantics – Principles, Best Practices, and Prospects*. Boca Raton (Florida), CRC Press, 107-144.
- Batista Silva, F., Laval, C., Koomen, E. (2013). A procedure to obtain a refined European land use/cover map. *Journal of Land Use Science*, 8 (3), 255-283. DOI: <https://doi.org/10.1080/1747423X.2012.667450>
- Bennett, E.M., Baird, J., Baulch, H., Chaplin-Kramere, R., Fraser, E., Loring, P., Morrison, P., Parrott, L., Sherren, K., Winkler, J.K., Cimon-Morin, J., Fortin, M.J., Kurylyk, B.L., Lundholm, J., Poulinn, M., Rieb J.T., Gonzalez, A., Hickey, G. M., Humphries, M., Krishna, K.C., Lapen, D. (2021). Ecosystem services and the resilience of agricultural landscapes. *Advances in Ecological Research*, 64, 1-43.
- Berry, M., Hazen, B., MacIntyre, R. L., Flamm, R. (1996). LUCAS: A system for modeling land-use change. *IEEE Computational Science and Engineering*, 3 (1), 24-35. DOI: <https://doi.org/10.1109/99.486758>
- Bissanti, A.A. (1977). La Puglia. In AA.VV. *Capire l'Italia. I paesaggi umani*. Milano, TCI, 166-178.
- Buchhorn, M., Lesiv, M., Tsendbazar, N.E., Herold, M., Bertels, L., Smets, B. (2020). Copernicus Global Land Cover Layers – Collection 2. *Remote Sensing*, 108, 1044. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12061044>
- Camagni, R., Capello, R., Cerisola, S., Panzera, E. (2020). The cultural heritage – Territorial capital nexus: theory and empirics. *Il capitale culturale. Supplementi*, 11, 33-59. DOI: <https://doi.org/10.13138/2039-2362/2547>
- Castiglioni, B., Puttilli, M., Tanca M. (a cura di, 2021). *Oltre la Convenzione, Pensare, studiare, costruire il paesaggio vent'anni dopo*. Firenze, Società di Studi Geografici.
- Claval, P. (2016). Changing conceptions of heritage and landscape. In Moore, N., Whelan, Y. (a cura di). *Heritage, Memory and the Politics of Identity. New Perspectives on the Cultural Landscape*. England, Ashgate, 85-93.
- Claval P., Pagnini, M.P., Scaini, M. (2003). Introduction. The cultural turn in human Geography. In Claval, P., Pagnini, M.P., Scaini, M. (a cura di). *The cultural turn in Geography. Proceedings of the Conference UGI, 18-20th of September 2003*. Gorizia, Gorizia Campus.
- CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (Centro Studi di Geografia Economica), Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE. (1956-1960). *Carta della Utilizzazione del Suolo d'Italia 1:200 000. Fogli nn. 15, 16, 17, 18, 19*. Milano, Touring Club Italiano.
- Colamonico, C. (1960). *Memoria illustrativa della carta della utilizzazione del suolo della Puglia*. Roma, Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- Comber, A.J., Wadsworth, R.A., Fisher, P.F. (2008). Using semantics to clarify the conceptual confusion between land cover and land use: the example of 'forest'. *Journal of Land Use Science*, 3 (2-3), 185-198.
- Copernicus Land Monitoring Service, Dataset Catalogue, <https://land.copernicus.eu>
- Copernicus (2017), Window on Copernicus, <https://www.copernicus.eu/en/documentation/information-material/window-copernicus>
- De Fioravante, P., Strollo, A., Assennato, F., Marinosci, I., Congedo, L., Munafò M. (2022). High Resolution Land Cover Integrating Copernicus Products: A 2012-2020 Map of Italy. *Land*, 11 (35). DOI: <https://doi.org/10.3390/land11010035>
- De Varine, H. (2005). *Il patrimonio culturale al servizio dello sviluppo locale*. Bologna, CLUEB.
- Didonna, A., Colonna, M.A., Renna, M., Signore, A., Santamaria, P. (2022). *Atlante dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali di Puglia*. Bari, Università degli Studi Aldo Moro.
- EC ([European Commission] 2021), *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Strategia dell'UE per il suolo per il 2030. Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima*. Bruxelles, 17/11/2021 COM (2021) 699 final.
- EC ([European Commission] 2023). *Copernicus Academy. Roles and responsibilities of the Copernicus Academy*. <https://www.copernicus.eu/it/opportunita/il-settore-dellistruzione/copernicus-academy>
- European Environment Agency (EEA) (2021). *Copernicus Land Monitoring Service (CLMS). CORINE Land Cover. User Manual*.
- European Environment Agency (EEA) (2018). *CLC2018 Technical Guidelines*. Austria, Environment Agency. <https://land.copernicus.eu/en/technical-library>
- European Environment Agency (2019). *Updated CLC illustrated nomenclature guidelines*, <https://land.copernicus.eu/content/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/>

- Falcucci, A., Maiorano, L., Boitani, L. (2007). Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecol.*, 22, 617-631. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-006-9056-4>
- Faltán, V., Petrovič, F., Ořahel, J., Feranec, J., Druga, M., Hruška, M., Nováček, J., Solár, V., Mechurová, V. (2020). Comparison of CORINE Land Cover Data with National Statistics and the Possibility to Record This Data on a Local Scale-Case Studies from Slovakia. *Remote Sens.*, 12, 2484. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12152484>
- Feranec, J., Hazeu, G., Christensen, S., Jaffrain, G. (2007). CORINE land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy*, 24, 234-247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2006.02.002>
- Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T., Hazeu, G. (2010). Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography*, 30, 19-35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.07.003>
- Fiori, M., Varraso, L. (2000). Puglia. In Grillotti Di Giacomo, M.G. (cura di). *Atlante tematico dell'agricoltura italiana*. Roma, Società Geografica Italiana, 345-350.
- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. *Codice dell'amministrazione digitale*, Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2005/05/16/112/so/93/sg/pdf>
- GEA – Geospatial Environmental Accounting (2023). *LEAC. Land Cover Statistics*, https://eeadmz1-dis3-wordpress-geo.azurewebsites.net/?page_id=99
- Goodchild, M.F. (2009). Geographic information systems and science: today and tomorrow. *Annals of GIS*, 15 (1), 3-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2009.09.160>
- Grillotti Di Giacomo, M.G. (a cura di, 2000). *Atlante tematico dell'agricoltura italiana*. Roma, Società Geografica Italiana.
- ISPRA (2023). Corine Land Cover (MapServer). *Corine Land Cover 2018 III livello*. <https://sinacloud.isprambiente.it>
- Kerski, J.J. (2015). Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, CitizenScience, and Storytelling: Geography on the World Stage. *Geography Compass*, 9 (1), 14-26. DOI: <https://doi.org/10.1111/gec3.12193>
- Labianca, M. (2022). Towards the new Common Agricultural Policy for Biodiversity: custodian farmers for sustainable agricultural practices in the Apulia region (South of Italy), *Belgeo*, 4. DOI: <https://doi.org/10.4000/belgeo.57113>
- Labianca, M. (2023), *Un modello geo-digitale per le aree rurali marginali della Puglia*. 101. Bologna, Pàtron editore (“Geografia e organizzazione dello sviluppo territoriale. Studi regionali e monografici”).
- Lee, C.H. (2020). Understanding rural landscape for better resident-led management: Residents' perceptions on rural landscape as everyday landscapes. *Land Use Policy*, 94, 104565. DOI: [10.1016/j.landusepol.2020.104565](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104565)
- Mäyrä, J., Kivinen, S., Keski-Saari, S. (2023). Utilizing historical maps in identification of long-term land use and land cover changes. *Ambio*, 52, 1777-1792. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01838-z>
- Meentemeyer, R.K., Tang, W., Dorning, M.A., Vogler, J.B., Cunniffe, N.J., Shoemaker, D.A. (2013). FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm. *Annals of the Association of American Geographers*, 103 (4), 785-807. DOI: [10.1080/00045608.2012.707591](https://doi.org/10.1080/00045608.2012.707591)
- Mikesell, M.W. (1978). Tradition and Innovation in Cultural Geography. *Annals, Association of American Geographers*, 68, 1-16.
- Munafò, M., Marinosci, I. (a cura di, 2018). *Territorio. Processi e trasformazioni in Italia*. Roma, ISPRA, Rapporti, n. 296.
- Munafò, M. (a cura di, 2022). *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2022, Report SNPA 32/22.
- Nice, B. (1991). Suolo, territorio e spazio geografico nell'evoluzione del linguaggio geografico. In Nice, B. *Scritti geografici (1939-1991)*. Firenze, Giuntina, 266-302.
- Pelorusso, R., Leone, A., Boccia L. (2009). Land cover and land use change in the Italian central Apennines: A comparison of assessment methods. *Applied Geography*, 29 (1), 35-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.07.003>
- Piao, Y., Xiao, Y., Ma, F., Park, S., Lee, D., Mo, Y., Jeong, S., Hwang, I., Kim, Y. (2023). Monitoring Land Use/Land Cover and Landscape Pattern Changes at a Local Scale: A Case Study of Pyongyang, North Korea. *Remote Sens*, 15 (6), 1592. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15061592>
- Pigaiani, C., Batista Silva F. (2021). *The LUISA Base Map 2018. A geospatial data fusion approach to increase the detail of European land use/land cover data*. Luxembourg, European Commission Joint Research Centre, Publications Office of the European Union.

Regione Puglia (2015). Approvazione del Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia (PPTR). *Bollettino Ufficiale della Regione Puglia* - n. 40 del 23-03-2015.

Regione Puglia (2022). Piano Paesaggistico Territoriale Regionale – PPTR. Documento di piano, norme tecniche di attuazione ed elaborati cartografici, <https://www.sit.puglia.it>

Sánchez Ondoño, I., García Martínez, C., García González, J. A. (2022). Availability of geodata and use of open-source geotechnologies for cultural heritage. The case of Toledo (Spain). *Bollettino della Società Geografica Italiana*, 5 (1), 69-80. DOI: <https://doi.org/10.36253/bsgi-1621>

Sestini, A. (1981). *Cartografia generale*. Bologna, Pàtron Editore.

Statuto, D., Cillis, G., Picuno, P. (2016). Analysis of the effects of agricultural land use change on rural environment and landscape through historical cartography and GIS tools. *Journal of Agricultural Engineering*, 47 (1), 28-39.

UNESCO (2003). *Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale conclusa a Parigi il 17 ottobre 2003*, <https://www.unesco.beniculturali.it/convenzione-2003/>.

UNESCO (1992). *UNESCO World Heritage Convention*, <https://whc.unesco.org/>

Ustaoglu, E., Aydinoglu A.C. (2019). Theory, Data and Methods: A review of Models of Land-Use Change. In Abusaada, H., Vellguth, C., Elshater, A. *Handbook of Research on Digital Research Methods and Architectural Tools in Urban Planning and Design*. *GI Global*, 156-202. DOI <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9238-9.ch009>

Vallega, A. (2003). *Geografia culturale. Luoghi, spazi, simboli*. Torino, UTET.

Verburg, P.H., Eickhout, B., van Meijl, H. (2008). A multi-scale, multi-model approach for analyzing the future dynamics of European land use. *The Annals of Regional Science*, 42, 57-77. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00168-007-0136-4>