



**INDIVIDUAZIONE DI INDICI QUANTITATIVI
E QUALITATIVI E DELLE FONTI INFORMATIVE
(BANCHE DATI, MAPPE CONSULTABILI)
RELATIVE ALLE TECNICHE DI ALLEVAMENTO
E ARCHITETTURA DEGLI IMPIANTI E DEI MOSAICI
PAESISTICI, RELATIVI AI PAESAGGI RURALI STORICI**

Dicembre 2016

**Documento realizzato dall'ISMEA
nell'ambito del Programma Rete Rurale
Nazionale
Piano 2016 - Scheda Progetto Ismea 5.1
Ambiente e Paesaggio rurale**

Autorità di gestione:
Ministero delle politiche agricole
alimentari e forestali

DISR2 - Dirigente: Paolo Ammassari

DISR3 - Dirigente: Maria Vittoria Briscolini

Responsabile scientifico: Fabio Del Bravo

Coordinamento operativo: Antonella Finizia
e Paola Lauricella

Autore: Antonio Santoro

Grafica: Roberta Ruberto

Dicembre 2016

INDICE

1.	Introduzione.....	4
2.	Indici relativi ai mosaici paesistici (indici di ecologia del paesaggio).....	5
2.1	Indici di uso del suolo	7
2.1.1	Numero degli usi del suolo	7
2.1.2	Numero delle tessere.....	7
2.1.3	Superficie media	7
2.1.4	Superficie media agricola.....	7
2.1.5	Densità delle siepi.....	7
2.1.6	Densità dei terrazzamenti (o dei muretti a secco).....	9
2.2	Indici di ecologia del paesaggio.....	12
2.2.1	L'Indice di Dominanza di Shannon.....	12
2.2.2	Il Numero di Diversità di Hill	13
2.2.3	Indice di Sharpe	14
2.2.4	Edge Density	16
2.2.5	Landscape Shape Index.....	18
2.3	Indici di valutazione storico-culturale	19
2.3.1	Indice storico.....	19
2.3.2	Classe di Integrità Paesaggistica	22
3.	Fonti informative	27
	Bibliografia.....	29

1. INTRODUZIONE

L'Italia conserva un elevato numero di paesaggi rurali storici e, a causa di condizioni climatiche e morfologiche particolarmente diversificate, anche una grande varietà. Non è quindi possibile trovare degli indici per una valutazione oggettiva ed omogenea della storicità dei paesaggi rurali storici che possano applicarsi indistintamente a tutte le diverse situazioni. Le motivazioni sono da cercarsi nella diversità delle tipologie paesaggistiche, ma anche nella diversità delle tradizioni locali, che portano a coltivare le stesse colture in forme molto diverse, sia come adattamento a diverse condizioni ambientali, sia come diverso retaggio dell'origine storica.

È però possibile individuare una serie di indici quantitativi e qualitativi che possono rivelarsi particolarmente utili nella fase di valutazione dell'integrità della storicità di determinati paesaggi, sia per quanto riguarda la struttura del mosaico paesaggistico, che per le tecniche di allevamento e architettura degli impianti. Questi indici non sono applicabili per ogni paesaggio rurale, ma a seconda delle caratteristiche di significatività possono essere impiegati per valutare e misurare in modo oggettivo alcuni parametri e per effettuare confronti tra paesaggi diversi appartenenti alla stessa tipologia. Il presente studio intende rappresentare un "manuale" dal quale scegliere di volta in volta gli indici e gli indicatori di storicità più adatti per il tipo di paesaggio considerato, i vari indici e indicatori sono quindi presentati con una breve spiegazione teorica corredata da un esempio di applicazione pratica in diverse aree di studio.

Gli indici proposti riguardano gli **Indici relativi ai mosaici paesistici (Indici di ecologia del paesaggio)**; questo tipo di indici sono impiegati per valutare e misurare la struttura del mosaico paesaggistico. La struttura del mosaico, infatti, in termini di frammentazione o complessità, costituisce, al pari degli usi del suolo e delle tecniche di allevamento, un elemento di storicità del paesaggio.

2. INDICI RELATIVI AI MOSAICI PAESISTICI (INDICI DI ECOLOGIA DEL PAESAGGIO)

Per poter valutare attentamente la tipologia di mosaico paesistico di una determinata area, e per studiarne l'evoluzione nel tempo, assume particolare importanza l'applicazione di alcuni indici ecologici che permettono di confrontare il paesaggio di un'area in diverse epoche storiche in modo immediato e sintetico. Sono stati sviluppati moltissimi indici (Forman & Godron 1986) che hanno applicabilità in questo campo, e di seguito vengono illustrati i più diffusi e quelli che risultano più efficaci per aree dalle dimensioni simili a quelle prese in esame in questo studio.

In conclusione, tramite questi indici è possibile mettere in evidenza caratteristiche che generalmente non appaiono immediate nella percezione di un determinato paesaggio o nella semplice descrizione delle trasformazioni degli usi del suolo: è infatti possibile utilizzare i risultati ottenuti con questo tipo di analisi, oltre che come elemento di valutazione della effettiva "fragilità" o "caratterizzazione" degli scenari dell'area di studio, come "supporto decisionale" per scelte gestionali.

Il calcolo di tali indici avviene in seguito al processo di fotointerpretazione, secondo modalità differenti. Con la fotointerpretazione, si va infatti a creare, oltre alla cartografia degli usi del suolo, anche un database che contiene i vari attributi di ogni poligono (ad esempio la categoria di uso del suolo, la superficie, il perimetro). Il calcolo degli indici può avvenire esportando tale database in semplici fogli di calcolo quale Microsoft Excel, per poi applicare le formule in modo manuale, oppure si possono sfruttare programmi che calcolano in automatico molti indici di ecologia del paesaggio, tramite estensioni applicative degli stessi GIS usati per la fase di fotointerpretazione o tramite appositi programmi di calcolo, come FRAGSTATS, che partendo da un'immagine (la carta degli usi del suolo) rende in automatico un'ampia serie di indici di ecologia del paesaggio.

Figura 1 - Gli indici di valutazione del mosaico paesistico aiutano a misurare e valutare il livello di complessità, di frammentazione e i cambiamenti che hanno interessato la struttura del paesaggio. Anche se gli usi del suolo sono gli stessi, per numero e superficie complessiva, la struttura del mosaico e la loro distribuzione sul territorio possono essere completamente diverse.

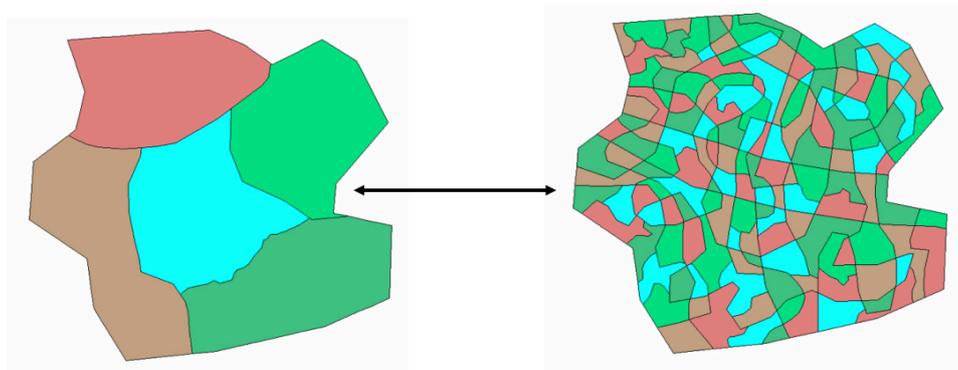


Figura 2 - Schema degli indicatori utilizzati per valutare e monitorare la qualità paesaggistica.



Gli indicatori paesaggistici vengono utilizzati per ricreare un'immagine realistica e rappresentativa dello stato del paesaggio, al fine di consentire la comparazione fra diversi ambiti spaziali o temporali e dei confronti con soglie o obiettivi.

Tenendo conto della divisione tipologica degli indicatori comunemente utilizzati in campo paesaggistico-ambientale, gli indici proposti da scegliere per una valutazione sintetica della storicità dei paesaggi rurali possono essere suddivisi nelle seguenti tipologie:

- Indici di uso del suolo
- Indici di ecologia del paesaggio
- Indici di valutazione storico-culturale

2.1 INDICI DI USO DEL SUOLO

2.1.1 Numero degli usi del suolo

Attraverso la variazione del numero complessivo dei tipi di uso del suolo nel corso del tempo, è possibile osservare la semplificazione, se il numero di usi del suolo diminuisce, o l'aumento di complessità di un determinato paesaggio, se invece il numero di usi del suolo tende ad aumentare.

2.1.2 Numero delle tessere

Il numero delle tessere individuate per un paesaggio in un determinato periodo storico, aiuta a fare considerazioni sul livello di frammentazione paesistica e sulla complessità del mosaico paesaggistico.

2.1.3 Superficie media

Il valore della media delle superfici di tutte le tessere che compongono un certo mosaico paesaggistico, mostra se è aumentato il livello di frammentazione paesistica, o se questo è diminuito.

2.1.4 Superficie media agricola

Oltre al valore complessivo della superficie media di tutte le tessere che compongono il mosaico paesaggistico, può essere utile, in caso di paesaggi storici di tipo agricolo, calcolare la superficie media delle sole tessere ad uso agricolo. Questo valore può essere molto significativo in contesti agricoli con una frammentazione peculiare dalle caratteristiche storiche.

2.1.5 Densità delle siepi

Nel caso il paesaggio oggetto della valutazione conservi come elemento caratteristico siepi e alberature lineari, potrebbe essere utile valutare la loro densità in quanto elemento caratteristico del paesaggio storico di elevato interesse. Le siepi e le alberature lineari, infatti, in passato avevano funzionalità ben precisa (fornivano legna, frasche e foglie, delimitavano proprietà) e oggi costituiscono un elemento importante dal punto di vista paesaggistico e da quello ecologico, in quanto possono costituire reti ecologiche, zone di rifugio, alimentazione e riproduzione per la fauna selvatica, anche se tali elementi rappresentano talvolta un rifugio per una determinata specie animale per altre spesso costituiscono un ostacolo o una barriera (Franco 1998).

Le siepi e le alberature lineari hanno anche un'importanza culturale essendo il risultato di processi ambientali e dell'interferenza antropica sugli stessi. Non solo testimoniano le pratiche agricole tradizionali di cui sono oggetto, ma anche perché, in alcuni contesti, possono essere un collegamento con il passato e

elementi che aiutano a definire le caratteristiche intrinseche e identitarie di un luogo (Oreszczyń & Lane 2000).

Le siepi e le alberature (con andamento lineare e con spessore inferiore a 20 metri¹) per poter essere considerate elementi caratteristici del paesaggio tradizionale devono rispondere ad alcune caratteristiche:

- composizione specifica; le specie facenti parti della siepe o dell'alberatura devono essere autoctone, non tutte le siepi o le alberature sono caratteristiche del paesaggio, in alcuni casi possono peggiorarne le caratteristiche storiche ed estetiche.
- gestione; se la siepe e l'alberatura sono ancora gestite ed utilizzate in modo tradizionale (capitozza, ceduzione) questo aumenta il valore e l'importanza della stessa per il paesaggio locale.
- vicinanza con altri usi del suolo; tradizionalmente la siepe e l'alberatura era spesso legata agli usi del suolo limitrofi, per mantenere intatto il paesaggio tradizionale, è bene che il rapporto tra la siepe o l'alberatura e l'uso del suolo limitrofo sia conservato. Se una siepe che serviva per dividere i campi oggi è ancora presente, ma è confinante ad un'area antropizzata, ciò significa che, nonostante la sua presenza, ha perso in parte il suo ruolo.
- densità in metri/ettaro di superficie agricola e/o pastorale; le siepi formano un insieme di strutture che determinano un reticolo sul paesaggio. Affinché l'area oggetto dello studio conservi le caratteristiche legate alla presenza di siepi e di alberature, è bene che mantenga una densità ad ettaro coltivato pari o vicina a quella tipica del paesaggio tradizionale. Questo parametro aiuta anche a monitorare nel tempo lo stato di conservazione di questo elemento caratteristico del paesaggio. La densità delle siepi, o delle alberature, viene calcolata con la seguente formula:

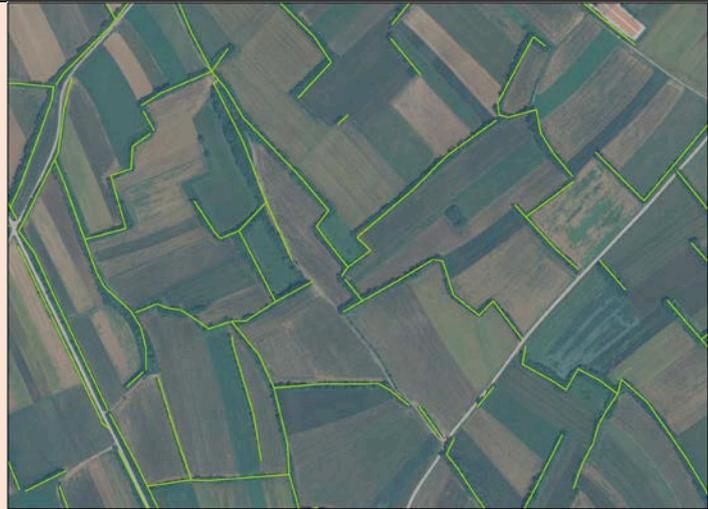
$$\text{Densità delle siepi} = \frac{\text{Lunghezza tot. siepi (m)}}{\text{Sup. agricola totale (ha)}}$$

¹ Si propone di usare i parametri applicati dalla FAO, che fanno riferimento a formazioni vegetali composte da specie arboree e/o arbustive, con andamento lineare e con spessore inferiore ai 20 metri (Bellefontaine et al. 2002, Paletto et al. 2006).

Esempio 6: Densità delle siepi

Come esempio si riporta il caso di Plasencis (Friuli Venezia Giulia), dove la pianura, interessata da seminativi e prati da sfalcio è regolarmente suddivisa da siepi e alberature lineari. Nelle immagini a fianco la carta degli usi del suolo e un estratto di ortofoto con segnata in verde le siepi divisorie.

L'area, estesa per 1968 ettari, e le siepi e alberature lineari misurate tramite fotointerpretazione ammontano a ben 124.396 metri, con una densità di circa 68,8 metri/ettaro coltivato.



2.1.6 Densità dei terrazzamenti (o dei muretti a secco)

I terrazzamenti sono probabilmente il più importante sistema di organizzazione del paesaggio nell'area del Mediterraneo. Terrazzamenti e muri a secco non sono solo elementi importanti per il paesaggio, ma sono strutture che hanno reso possibile da secoli la coltivazione di terreni altrimenti non utilizzabili per la produzione agricola a causa dell'eccessiva pendenza. I muri a secco in molte situazioni si trovano come confine tra i campi o i pascoli, tra le diverse proprietà. Sono opere frutto di conoscenze tradizionali legate alle tecniche di costruzione e di coltivazione, alla perfetta comprensione delle caratteristiche idrogeologiche e climatiche, in grado di sfruttare in modo ottimale le risorse ambientali (Agnoletti 2010).

Molteplici sono i benefici dei terrazzamenti, tra i più importanti troviamo la riduzione dei fenomeni erosivi al fine di conservare il suolo. Questo aspetto assume oggi sempre più importanza, infatti l'abbandono di molte aree terrazzate e ciglionate a causa dei bassi livelli di meccanizzazione possibile e degli alti costi di coltivazione e mantenimento, assieme alla eliminazione di colture terrazzate nelle aree a pendenza non troppo accentuata, per sostituirle con impianti specializzati a rittochino (specie nelle aree vitivinicole collinari), ha portato all'aumento di erosione e frane e alla riduzione della fertilità del terreno spesso con conseguenze anche tragiche per la popolazione².

Non tutti i terrazzamenti sono uguali, molte sono le differenze a livello locale relative all'impiego di materiali, alle dimensioni delle pietre, alla loro lavorazione, alla larghezza dei terrazzi e alla loro altezza e alla pendenza del versante (Fig. 9). Un terrazzamento costruito con tecniche non appartenenti ad un determinato luogo non solo non si inserisce correttamente nel paesaggio locale, non potendo essere considerato un elemento caratteristico, ma potrebbe non svolgere correttamente il suo ruolo di difesa

² Secondo l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) in Italia negli ultimi 20 anni i fenomeni di dissesto idrogeologico hanno interessato circa 70.000 persone, e il 68,9% dei comuni italiani presenta nel proprio territorio aree franabili o alluvionabili. Inoltre in una ricerca effettuata in un'area del Chianti (Toscana) l'erosione, nel periodo 1954-1976, è aumentata del 900%, e nei vigneti a rittochino raggiunge livelli di circa 230 t/ha, rispetto a valori fra le 2 e le 12 t/ha considerati accettabili (Zanchi & Zanchi 2008).

dall'erosione e dalle frane, o addirittura peggiorare la stabilità del versante.

Figura 3 - I terrazzamenti o i muri a secco possono presentare caratteristiche molto diverse per quanto riguarda le varietà costruttive, le dimensioni o la tipologia delle pietre. Da sinistra a destra, terrazzamenti in Valpolicella (Veneto), a Vallecorsa (Lazio) e a Spello (Umbria) (foto Antonio Santoro).



Tra gli aspetti che devono essere valutati per poter stabilire se uno di questi manufatti presenti caratteristiche di storicità possa essere considerato figurano:

- il materiale impiegato;
- i parametri dimensionali: larghezza e altezza dei muri a secco e larghezza del terrazzo;
- lo stato di manutenzione;
- se vi è praticata una coltura o se questi manufatti non sono più utilizzati e se la coltura praticata è da considerarsi tradizionale.

Come indice da applicarsi ad aree caratterizzate dalla presenza dei terrazzamenti o dei muretti a secco di divisione, è stato scelto di misurare la densità. Questo parametro viene calcolato con la seguente formula:

$$\text{Densità dei terrazzamenti} = \frac{\text{Lunghezza tot. terrazzamenti (m)}}{\text{Sup. agricola totale (ha)}}$$

Esempio 7: Densità dei terrazzamenti (o dei muretti a secco)

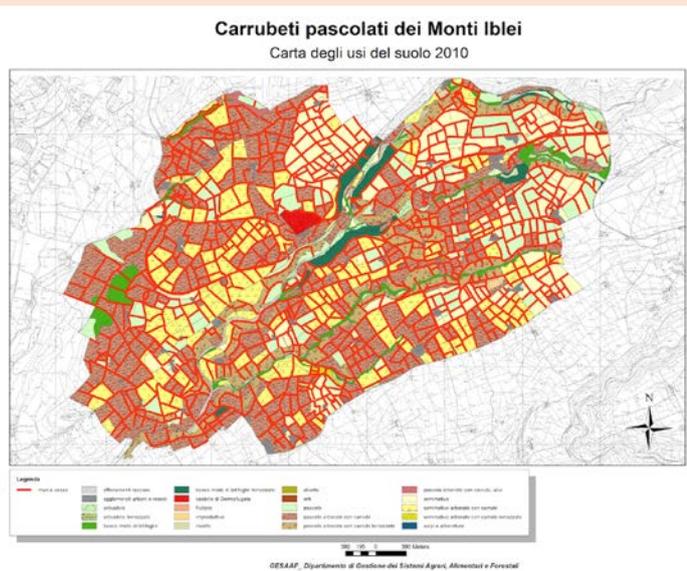
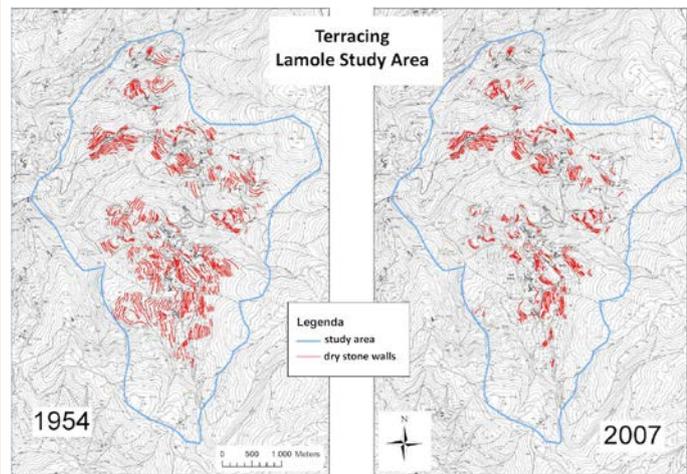
Come esempio si riportano due casi, uno relativo ai terrazzamenti (Lamole, Toscana) e uno relativo ai muretti a secco di divisione dei campi (Monti Iblei, Sicilia).

Nel primo caso è possibile apprezzare anche l'applicazione di tale indice in epoche diverse, al fine di evidenziare lo stato di integrità del paesaggio terrazzato. Tramite fotointerpretazione (cartografia a lato) sono stati rilevati 51.875 metri di terrazzamenti in pietra a secco per il 1954 e 30.694 per il 2007.

Nonostante una diminuzione consistente, rispetto ad altre zone del Chianti, si sono conservati molte colture terrazzate (foto a lato). Le densità sono pari a 204 m/ha (1954) e a 254 m/ha (2013); essendo infatti valori riferiti ai soli ettari di terreni coltivati, la densità non subisce grandi cambiamenti.

Il secondo esempio riguarda i carrubeti dei Monti Iblei, in provincia di Ragusa (cartografia e foto a lato). Si tratta di un'area estesa complessivamente per 2277 ettari, caratterizzata dalla presenza di pascoli e seminativi divisi da muri a secco.

Tramite fotointerpretazione sono stati rilevati circa 257.000 metri di muri a secco, con una densità pari a 352 m/ha.





2.2 INDICI DI ECOLOGIA DEL PAESAGGIO

2.2.1 L'Indice di Dominanza di Shannon

Se si considera il paesaggio come un mosaico composto da diverse tessere (*patches*) corrispondenti ai diversi poligoni individuati nel processo di fotointerpretazione, attraverso l'Indice di Dominanza di Shannon (D_1) è possibile comprendere meglio la complessità e la frammentazione paesaggistica, in quanto si basa sulla variazione dei rapporti dimensionali. La formula di tale indice deriva da quella dell'Indice di Diversità di Shannon (H') (Shannon & Weaver 1962):

$$H' = \sum \left(\frac{n_1}{N} \right) * \ln \left(\frac{n_1}{N} \right)$$

dove: n_1 = superficie della singola classe di uso del suolo

N = superficie totale dell'area di studio

Questo indice è stato leggermente modificato per renderlo applicabile ai tipi di uso del suolo (O'Neill et al. 1988); l'Indice di Dominanza di Shannon (D_1) viene quindi così calcolato:

$$D_1 = \ln(n) + \sum \left(\frac{n_1}{N} \right) * \ln \left(\frac{n_1}{N} \right)$$

dove: n_1 = superficie della singola classe di uso del suolo

N = superficie totale dell'area di studio

n = numero delle classi di uso del suolo.

All'aumentare dell'Indice di Dominanza di Shannon si verifica un aumento della dominanza di alcune tessere paesaggistiche sulle altre, con una conseguente diminuzione della complessità del mosaico analizzato ed una sua semplificazione, in quanto il paesaggio risulta essere dominato da un minor numero di tipi di uso del suolo. Al contrario, al diminuire dell'Indice, corrisponde un maggior equilibrio tra i diversi tipi di uso del suolo. È importante notare che il valore dell'Indice di Dominanza di Shannon, è utile solo per effettuare un confronto della struttura paesaggistica in tempi diversi, il valore in sé non fornisce alcuna informazione, ma solo dal suo aumentare/diminuire è possibile comprendere le variazioni della complessità del mosaico analizzato.

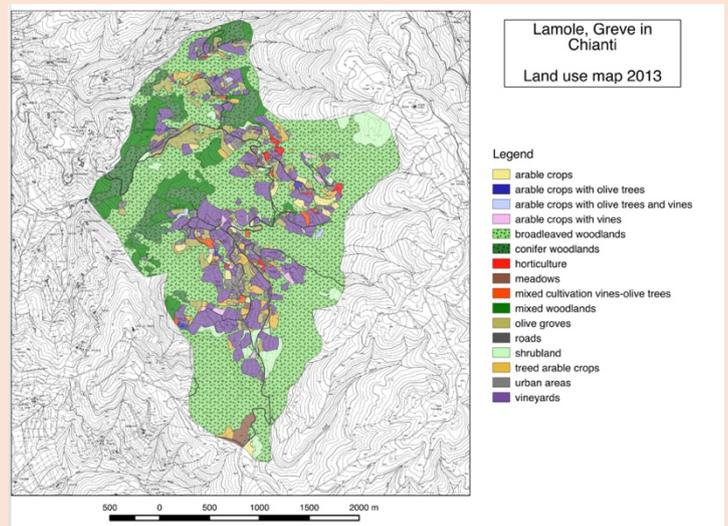
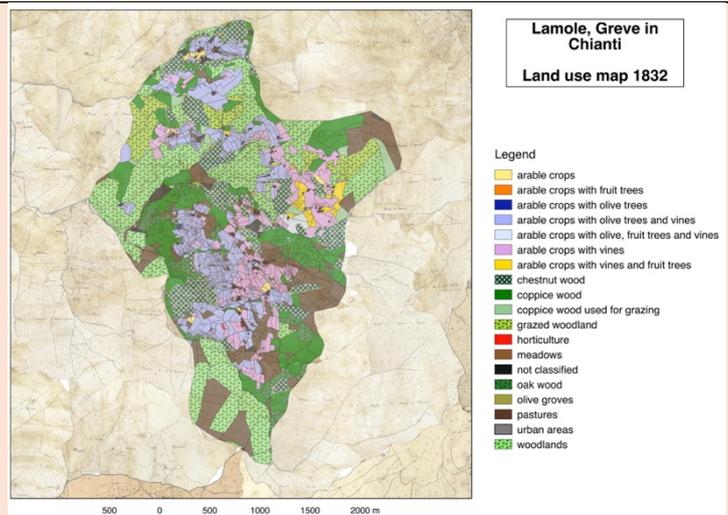
Esempio 8: Indice di Dominanza di Shannon

Come esempio si riporta il caso di Lamole (Greve in Chianti) in Toscana, dove è stata studiata l'evoluzione del paesaggio dal 1832 al 2013 (mappe degli usi del suolo a lato).

I valori dell'Indice di Dominanza di Shannon sono i seguenti:

- per il 1832: $2,94 + (-2,15) = 0,79$
- per il 2013: $2,83 + (-1,76) = 1,07$

Questo aumento dell'Indice evidenzia un aumento della dominanza di alcune tessere paesaggistiche sulle altre, con una conseguente diminuzione della complessità del mosaico paesaggistico. Questo deriva da una complessiva semplificazione, in quanto il paesaggio risulta essere attualmente dominato da un minor numero di tipi di uso del suolo, rispetto al 1832.



2.2.2 Il Numero di Diversità di Hill

Il Numero di Hill (N_1) (Hill 1973) esprime il numero effettivo di usi del suolo che contribuiscono alla diversità di un determinato paesaggio. Tale valore risulta essere strettamente legato all'Indice di Dominanza di Shannon e non è mai superiore al numero delle classi di uso del suolo che compongono un determinato mosaico paesaggistico. Il Numero di Hill viene così calcolato:

$$N_1 = e^{-\sum \left(\frac{n_1}{N}\right) * \ln\left(\frac{n_1}{N}\right)}$$

dove: n_1 = superficie della singola classe di uso del suolo

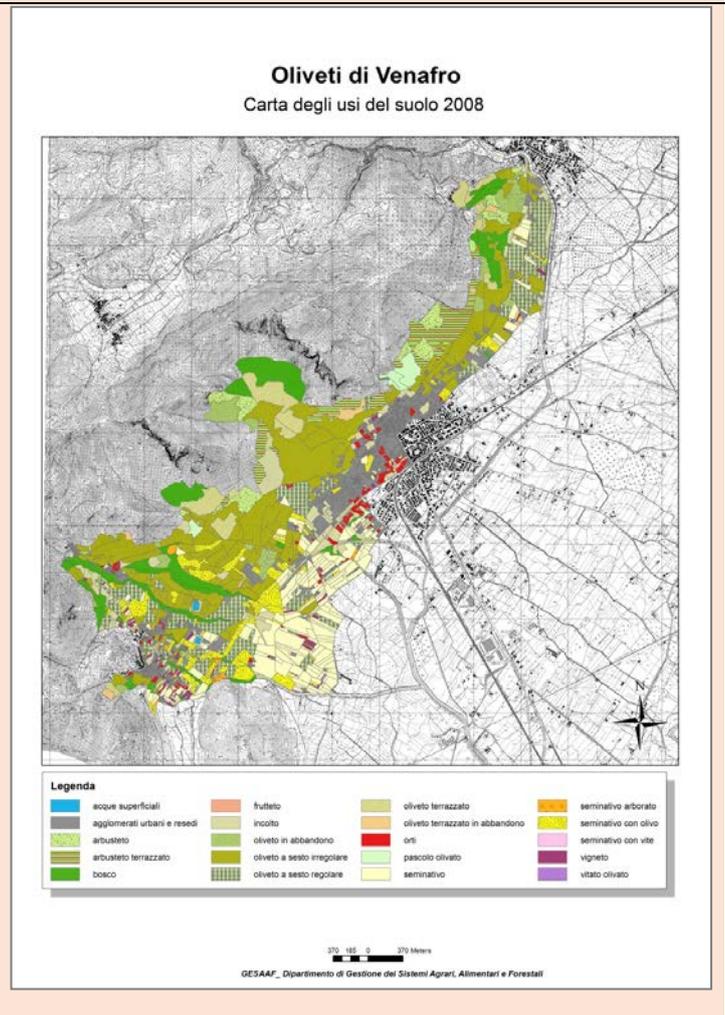
N = superficie totale dell'area di studio

A differenza dell'Indice di Dominanza di Shannon, il Numero di Diversità di Hill non presuppone un confronto tra epoche diverse, ma può essere impiegato anche per un'area senza confronti temporali o per confronti tra aree diverse.

Esempio 9: Numero di Diversità di Hill

Come esempio del calcolo e dell'impiego del Numero di Diversità di Hill, si riporta il caso dell'area di Venafro (Molise). Si tratta di un'area prevalentemente olivicola, ma con un numero totale di usi del suolo pari a 20. Il valore Numero di Diversità di Hill è pari a 10,4.

Questo valore è un valore medio, in quanto è circa la metà rispetto agli usi del suolo presenti realmente sul territorio, e significa che nonostante ci siano 20 usi del suolo complessivamente individuati, quelli che contribuiscono alla diversità di un determinato paesaggio sono circa 10.



2.2.3 Indice di Sharpe

Tramite l'Indice di Sharpe (C) (Hulshoff 1995) è possibile mettere in evidenza la significatività di determinati processi riguardo alle trasformazioni di uso del suolo che sono intercorse in un determinato periodo storico in una stessa area di studio. L'Indice di Sharpe viene applicato alle singole tipologie o classi di uso del suolo, e può assumere valore positivo o negativo. Nel caso questo assuma valore positivo, siamo in presenza di

uso del suolo che ha fatto registrare un aumento di superficie nel periodo di riferimento, mentre se il valore assume segno negativo, l'uso del suolo in questione ha visto ridursi la propria superficie. Non vengono messi in evidenza le estensioni dei diversi usi del suolo in termini di ettari, ma quelli che sono gli usi del suolo maggiormente responsabili dei cambiamenti che hanno caratterizzato un certo intervallo temporale. Confrontando su un grafico i valori dell'Indice di Sharpe è quindi possibile comprendere con immediatezza quali sono stati i cambiamenti principali di un determinato paesaggio in un certo periodo di tempo, in quanto viene misurata la "velocità", o meglio l'intensità, delle trasformazioni paesaggistiche. L'Indice di Sharpe viene così calcolato:

$$C = \left(\frac{pk_2 - pk_1}{t_2 - t_1} \right) / S$$

dove: pk_1 = superficie della singola classe di uso del suolo all'anno t_1 espressa in ettari

pk_2 = superficie della singola classe di uso del suolo all'anno t_2 ($t_2 > t_1$) espressa in ettari

S = superficie totale dell'area espressa in km^2

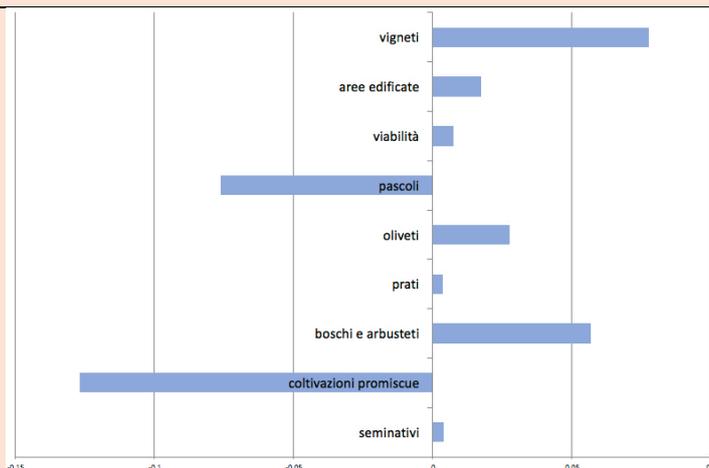
Esempio 10: Indice di Sharpe

Come esempio del calcolo e dell'impiego dell'Indice di Sharpe si riporta il caso di Lamole (greve in Chianti, Toscana) e il confronto tra paesaggio del 1832 e 2013.

A differenza degli indici precedenti, l'Indice di Sharpe viene calcolato per ogni uso del suolo e prevede un confronto tra epoche diverse di uno stesso paesaggio.

Come esempio di calcolo si riporta il caso delle colture promiscue: $(24,36 - 187,27) / (2013 - 1832) / 7,1 = -0,127$

Il valore in sé non fornisce alcuna informazione, ma l'Indice di Sharpe è particolarmente utile in quanto i diversi valori si possono riportare in un grafico a barre evidenziando con facilità quali sono gli usi del suolo responsabili dei cambiamenti più significativi. Nel caso di Lamole (grafico a destra) i cambiamenti più significativi sono dovuti all'aumento di vigneti, oliveti e boschi, e alla diminuzione di colture promiscue e pascoli.



2.2.4 Edge Density

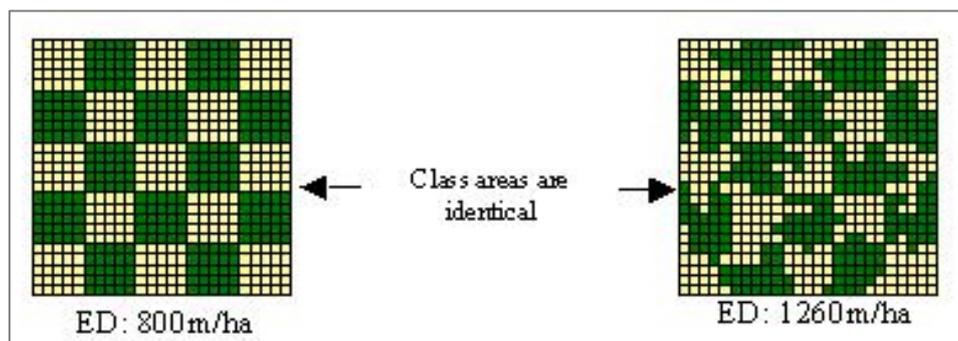
La Edge Density (ED) è un indice che permette di misurare il livello frammentazione di un determinato mosaico paesaggistico, attraverso la segmentazione del bordo (Tang et al. 2008). Più è elevato il valore di Edge Density maggiore è la frammentazione del paesaggio considerato, mentre a valori bassi corrispondono paesaggi dominati da poche e grandi *patch*. Viene calcolato applicando la seguente formula:

$$ED = \frac{P_i}{a_i}$$

dove: p_i = perimetro complessivo della classe i in metri

a_i = area complessiva della classe i in ettari

Figura 15 - Esempio dell'impiego dell'Edge Density: nelle due immagini, il numero di classi e la loro superficie è la stessa. Ma nell'immagine a destra il livello di frammentazione e di segmentazione del bordo è più alto. Le tessere sono maggiormente irregolari (da Eiden et al.).



Esempio 11: Edge Density

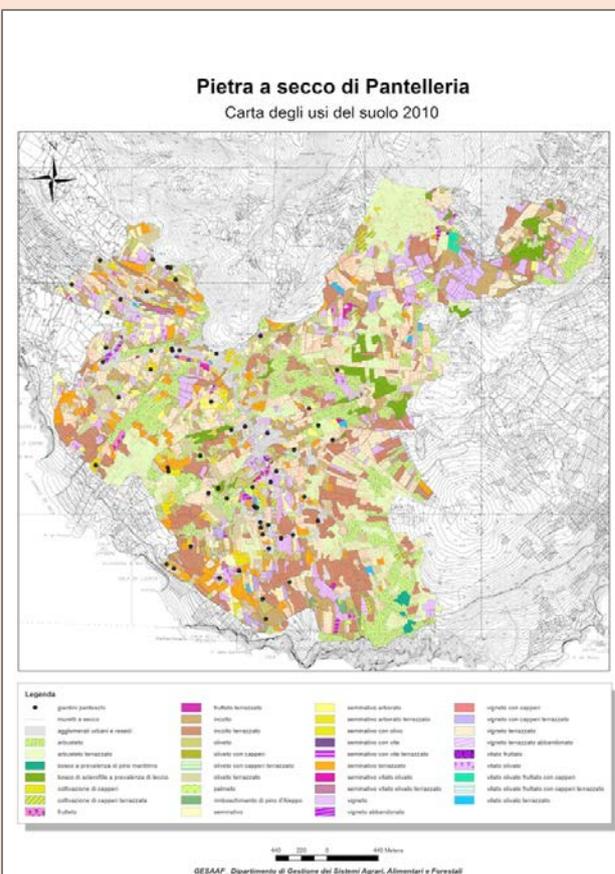
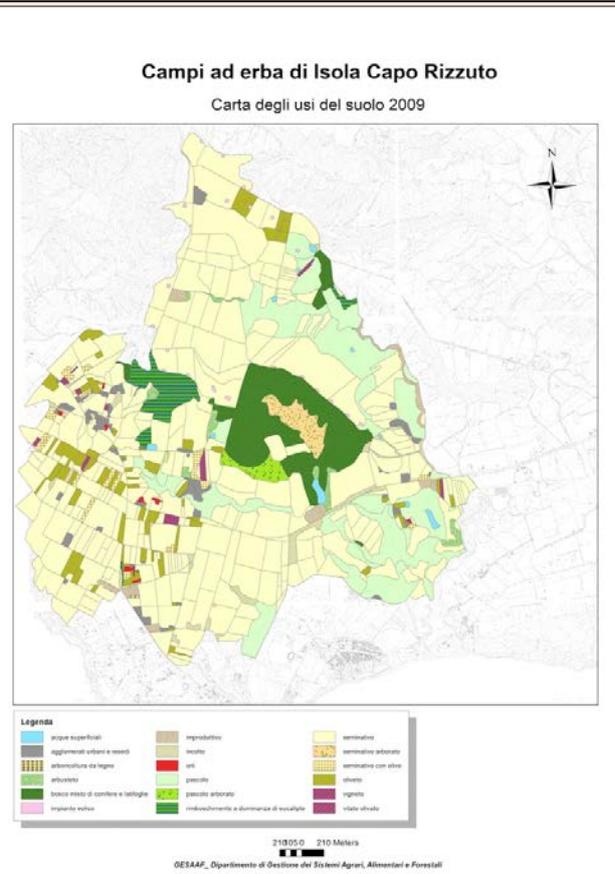
Come esempio per il calcolo dell'Edge Density, si riportano i casi dei Campi a erba di Isola Capo Rizzuto (Calabria) e del paesaggio della pietra a secco di Pantelleria (mappe degli usi del suolo a lato).

I valori dell'Edge Density sono i seguenti:

- Campi a erba di Isola Capo Rizzuto: 600 m/ha
- Pietra a secco di Pantelleria: 1132 m/ha

I due valori sono molto diversi e rispecchiano la diversità della struttura dei due mosaici paesaggistici.

Nel caso di Pantelleria il valore di Edge Density è particolarmente elevato e corrisponde infatti a un paesaggio molto frammentato con tessere caratterizzate da una forma irregolare. Al contrario il mosaico paesaggistico dei campi di Isola Capo Rizzuto è caratterizzato da tessere grandi di forma regolare, ed infatti il valore di Edge Density è molto basso.



2.2.5 Landscape Shape Index

Il Landscape Shape Index (LSI) è un indice derivato dal precedente, ed anch'esso serve a calcolare il livello di frammentazione per ogni classe di uso del suolo, basandosi sul perimetro e sull'area (Tang et al. 2008). Più è elevato il valore del LSI maggiore è la frammentazione del paesaggio considerato. Tale indice viene calcolato attraverso la seguente formula:

$$LSI = \frac{P_i}{2\sqrt{\pi a_i}}$$

dove: p_i = perimetro complessivo della classe i in metri

a_i = area complessiva della classe i in ettari

Questo indice, così come il precedente, può essere calcolato come valore unico per il paesaggio considerato, o come valore riferito solo ad un determinato tipo di uso del suolo; se per esempio, si volesse calcolare il livello di frammentazione dell'uso del suolo caratteristico di un paesaggio, o solo degli usi del suolo agricoli, questo indice potrebbe rivelarsi molto utile e di facile calcolo.

Esempio 12: Landscape Shape Index

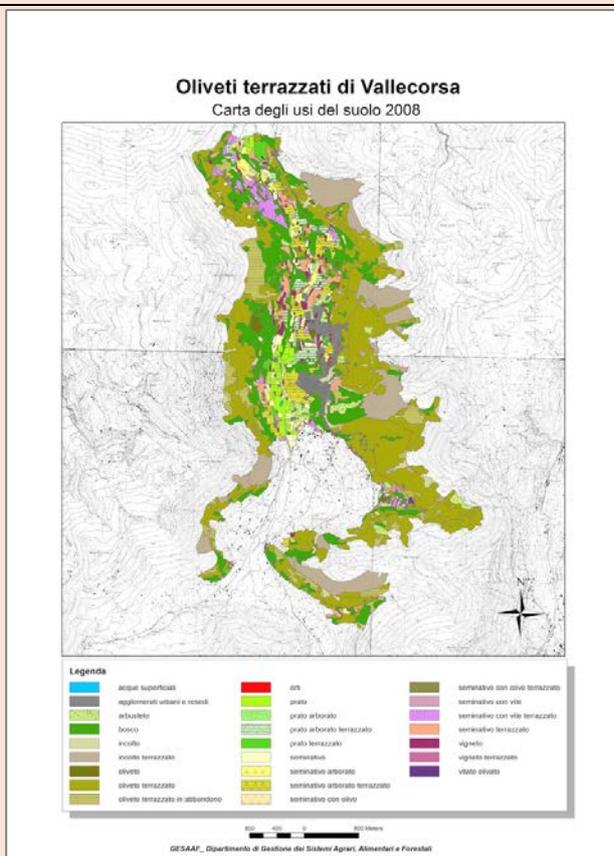
Come esempio per il calcolo del Landscape Shape Index si riportano i casi degli Oliveti di Vallecorsa in Lazio e della Baraggia piemontese (mappe degli usi del suolo a lato).

I valori del Landscape Shape Index sono i seguenti:

- Oliveti di Vallecorsa: 794 m/ha
- Baraggia piemontese: 698 m/ha

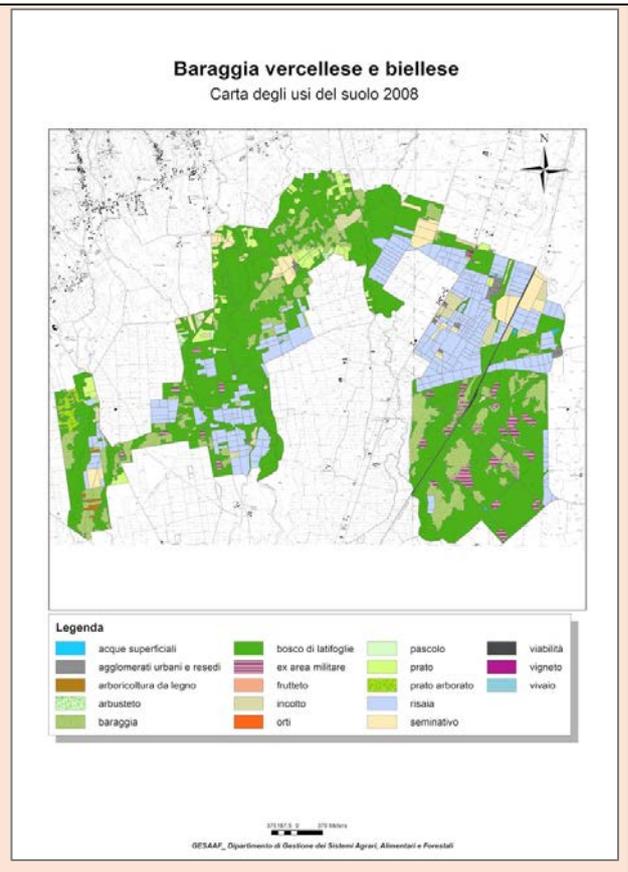
I due valori sono diversi e rispecchiano la diversità della struttura dei due mosaici paesaggistici, con il primo che indica un livello di frammentazione maggiore, ma la differenza non è poi così significativa. Ma come spiegato, è possibile calcolare il valore anche solo per i singoli usi del suolo di interesse.

Nell'esempio che segue sono calcolati i valori per l'area piemontese per le sole tessere coltivate a risaia e per quelle coltivate a seminativo semplice:



- Tessere a risaia: 2054 m/ha
- Tessere a seminativo semplice: 774 m/ha

In questo caso il valore riferito alle risaie è molto più alto, ed in effetti rappresenta bene la diversità del livello di frammentazione di questi due usi del suolo, visto che le risaie sono molto più frammentate a causa della fitta rete di canali che le dividono, mentre i pochi seminativi costituiscono tessere molto ampie.



2.3 INDICI DI VALUTAZIONE STORICO-CULTURALE

2.3.1 Indice storico

L'elaborazione di indici applicativi per la valutazione degli aspetti storico culturali, si presenta come elemento nuovo nell'analisi dei sistemi paesaggistici ed ambientali. La definizione di un Indice Storico (HI) (Agnoletti 2007) consente una stima numerica del valore storico di un sistema di paesaggio o di un tipo di uso del suolo. Il calcolo dell'indice avviene per ogni uso del suolo, e trova limitazione nel fatto che è necessario un confronto temporale. L'indice è infatti applicato in caso di analisi multitemporali dello stesso paesaggio, e fornisce una gerarchia degli usi del suolo con maggior valore storico e maggior rischio di scomparsa. L'individuazione di una struttura gerarchica entro la quale i singoli elementi di paesaggio si distribuiscono in base al loro indice, permette un confronto, a livello storico culturale, di sistemi paesistici diversi. L'indice si compone di una scala di riferimento spaziale espressa in ettari e di una scala di riferimento temporale in anni. La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$HI = H_{pv} * \frac{H_{gd}}{P_{gd}}$$

dove: H_{pv} = valore di persistenza storica dell'elemento, dato dal rapporto H_p/Tr , il cui valore oscillerà tra 0 e 1, in cui H_p è la persistenza storica dell'elemento considerato misurata in anni e Tr corrisponde all'intervallo temporale complessivo in anni (se la persistenza di quell'uso del

suolo è continua per tutto il tempo di riferimento o se il confronto è tra due sole date, il valore di H_{pv} sarà uguale a 1).

H_{gd} = estensione in ettari di un uso del suolo all'anno t_1 .

P_{gd} = estensione in ettari di un uso del suolo all'anno t_2 ($t_2 > t_1$).

Il principio si basa sull'attribuzione di un maggiore valore storico (HI) sia agli elementi con elevata persistenza temporale, sia agli elementi che presentano una distribuzione geografica attuale ridotta rispetto al passato.

In sostanza l'indice attribuisce un valore di "emergenza" ad aspetti paesaggistici o ambientali assegnato in funzione della modificazione di superficie e della persistenza storica. Con i dati dell'indice storico è possibile avere precise indicazioni su quali usi del suolo indirizzare le azioni di recupero e valorizzazione, o su quali e quante aree di un determinato territorio vi sono situazioni di emergenze legate alla progressiva scomparsa di strutture caratteristiche del paesaggio rurale. I limiti dell'indice storico sono dati dal fatto che la valutazione dell'emergenza storica (espressa come contrazione dell'estensione di un uso del suolo nel tempo, tale da minacciarne la sopravvivenza in un dato paesaggio) si limita a quei casi in cui l'uso del suolo è presente alla data attuale e alla data di partenza dell'osservazione. Nel caso un determinato uso del suolo sia completamente scomparso dal paesaggio considerato, l'indice non è calcolabile.

I valori di Indice Storico calcolati per ogni uso del suolo possono essere riportati su un istogramma, con i valori più elevati che evidenziano una maggior emergenza, quindi un rischio di scomparsa più elevato. Se con monitoraggi periodici il valore di Indice Storico per gli usi del suolo caratteristici dell'area si abbassano, significa che l'emergenza diminuisce e che probabilmente le azioni intraprese per la salvaguardia del paesaggio tradizionale sono state efficienti.

Il calcolo dell'Indice Storico può anche essere riportato in cartografia, tramite software GIS, in modo da visualizzare quali sono le aree che presentano un maggior rischio di scomparsa del paesaggio storico. Tale processo da luogo a due tipi diversi di cartografia:

- Carta dell'Indice Storico Complessivo (ISC). I valori dell'Indice sono mostrati nella loro totale distribuzione sul territorio, cioè la base cartografica è quella attuale, ed ai diversi usi del suolo si attribuisce un colore associato al valore assunto dall'Indice stesso, usando una scala di colori in modo da evidenziare le aree con maggior valore storico-culturale.
- Carta dell'Indice Storico Topografico (IST). I valori dell'Indice sono riportati soltanto per quelle tessere che conservano lo stesso identico uso del suolo della prima data presa come riferimento. Si tratta quindi di una carta delle persistenze, che applicando una scala di colori a seconda del valore dell'indice storico, permette di evidenziare le porzioni che conservano ancora intatto il paesaggio storico.

Entrambe le cartografie risultano essere molto utili per individuare sul territorio le zone che hanno conservato gli assetti storici del territorio e quelle che sono oggi più a rischio, e quindi assumono particolare importanza ai fini della gestione territoriale e della conservazione degli elementi tipici del paesaggio storico. Con i dati dell'indice storico è possibile quindi avere precise indicazioni su quali usi del

suolo indirizzare le azioni di recupero e valorizzazione, o su quali aree di un determinato territorio vi sono situazioni di emergenza legate alla progressiva scomparsa di strutture importanti del paesaggio rurale.

Esempio 13: Indice Storico

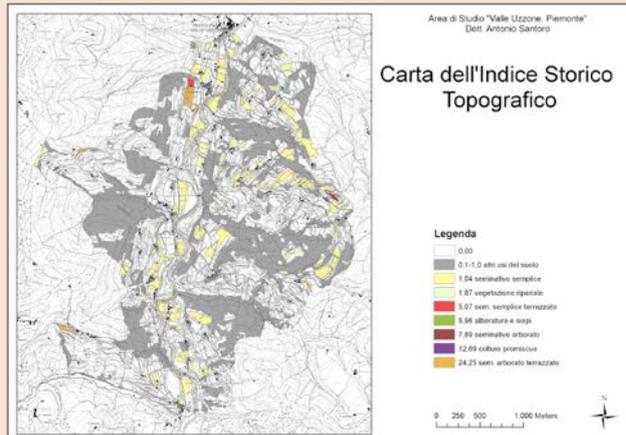
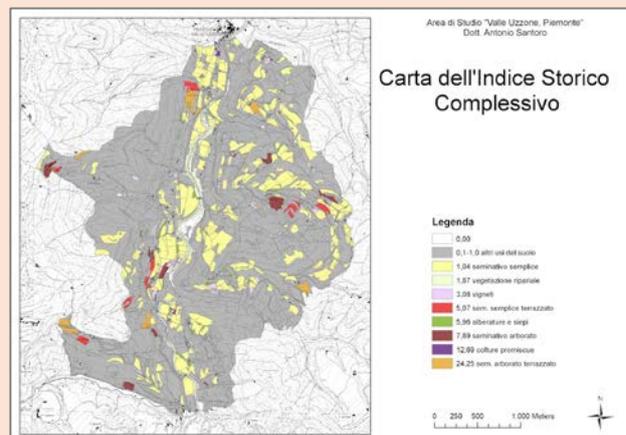
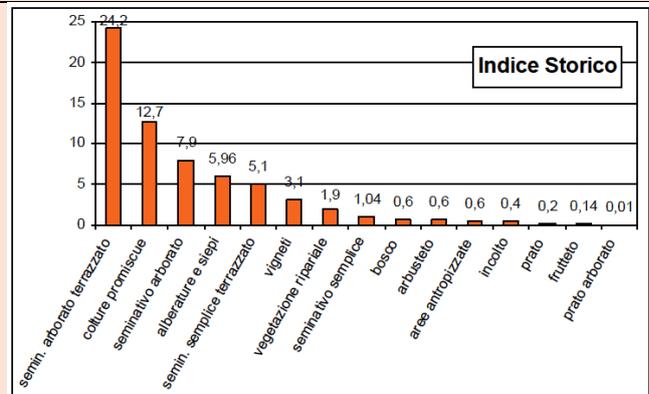
Come esempio per il calcolo dell'Indice Storico (IS) e della realizzazione delle cartografie relative, si riporta il caso della Valle Uzzone, in Piemonte, dove è stata realizzata un'analisi multitemporale per lo studio dei cambiamenti del paesaggio storico. Il calcolo dell'indice storico ha portato alla realizzazione del grafico a lato, che mostra come l'uso del suolo con valore maggiore sia il seminativo arborati terrazzato. Il calcolo è stato il seguente:

$$IS = Hpv * (Hgd/Pgd) = 1 * (205/9) = 24,2$$

I valori dell'Indice Storico sono poi stati trasferiti in cartografia (a lato), nella Carta dell'Indice Storico Complessivo e nella Carta dell'Indice Storico Topografico. Sono state applicate scale di colori agli usi del suolo a maggior rischio di scomparsa, mentre agli usi del suolo con valore di Indice Storico inferiore a 1 è stato applicato un colore grigio.

Dalla cartografia dell'Indice Storico Complessivo, nella quale si applica il valore di indice ad ogni uso del suolo presente attualmente sul territorio, si nota come, se si escludono i seminativi semplici che però non possono essere considerati un uso del suolo a forte rischio di scomparsa, in realtà non esiste una zona dell'area di studio in cui oggi si trovano usi del suolo maggiormente a rischio legati al paesaggio storico rispetto ad un'altra, ma si hanno piccoli appezzamenti sparsi sul territorio caratterizzati da usi del suolo storici.

La cartografia dell'Indice Storico Topografico mostra invece quelli che sono le porzioni dell'area di studio che ancora oggi conservano negli stessi identici luoghi gli stessi usi del suolo che erano presenti nel 1954. Si può notare che sono molto poche le zone in cui il paesaggio è del tutto inalterato.



2.3.2 Classe di Integrità Paesaggistica

Un indice particolarmente utile per valutare il livello complessivo di mantenimento del paesaggio storico, è dato dalla Classe di Integrità Paesaggistica. Questa classificazione, seppur non fornendo una vera e propria misura, permette di valutare in modo sintetico il livello di integrità del paesaggio storico basandosi sugli usi del suolo presenti solamente all'attualità. Questa classificazione prevede un sistema in classi crescenti, da I a VI. La classificazione di un paesaggio all'interno di una di queste classi è stabilita in base alla percentuale di paesaggio storico presente, cioè degli usi del suolo che sono da considerarsi "storici". Gli intervalli di percentuali utilizzati sono i seguenti:

- 0%-20%: Classe I
- 20%-35%: Classe II
- 35%-50%: Classe III
- 50%-65%: Classe IV
- 65%-80%: Classe V
- 80%-100%: Classe VI

Il calcolo avviene secondo la seguente formula:

$$\text{Classe di Integrità Paesaggistica} = \frac{\text{Sup. usi del suolo storici}}{\text{Sup. totale}} * 100$$

I paesaggi inseriti in Classe VI presentano un livello di integrità molto elevata, al contrario aree inserite in Classe I presentano un paesaggio storico che è praticamente scomparso per quanto riguarda gli usi del suolo, anche se potrebbe restarne traccia nella frammentazione del mosaico paesaggistico, o nella presenza di elementi puntuali o lineari. Lo scopo di questa classificazione non è infatti quella di fornire una misurazione, ma una stima dell'effettivo livello di conservazione del paesaggio storico. Inoltre è possibile realizzare una semplice cartografia relativa a questa stima di integrità, che può aiutare a localizzare con immediatezza le porzioni dell'area che conservano gli usi del suolo storici.

Esempio 14: Classe di Integrità Paesaggistica

Come esempio per la valutazione di un paesaggio rurale all'interno della Classe di Integrità Paesaggistica, si riporta il caso degli oliveti collinari nella zona di Spello, in Umbria (cartografia degli usi del suolo a lato). Si tratta di un'area estesa per 851 ettari, la cui storicità va ricercata negli oliveti estensivi e nelle sistemazioni agrarie di versante (terrazzamenti in pietra a secco e cigliani).

Il calcolo del livello di integrità viene fatto selezionando gli usi del suolo considerati storici, che in questo caso fanno riferimento a oliveti, orti, e colture promiscue. La superficie degli usi del suolo storici è pari complessivamente a 636 ettari.

Il valore dell'Integrità paesaggistica è quindi calcolato come: $636 / 851 * 100 = 75\%$

Il paesaggio rientra quindi nella Classe V, un livello alto, in quanto si tratta effettivamente di un'area con un paesaggio storico molto integro dove abbandono e intensivizzazione agricola non sono una vulnerabilità eccessivamente significativa. La cartografia dell'integrità, a lato, mostra in rosso le porzioni attualmente interessate da usi del suolo "storici".

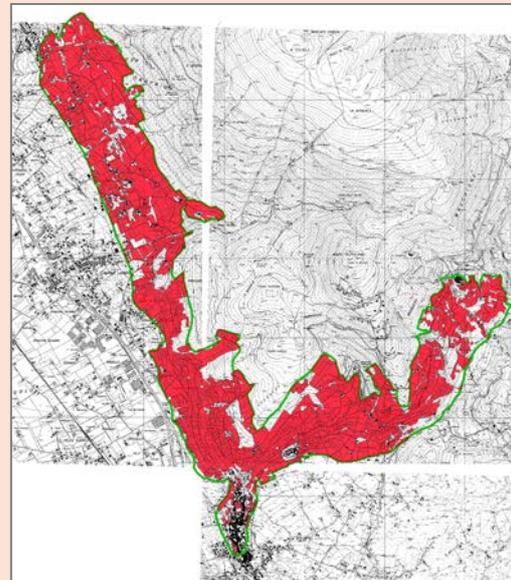
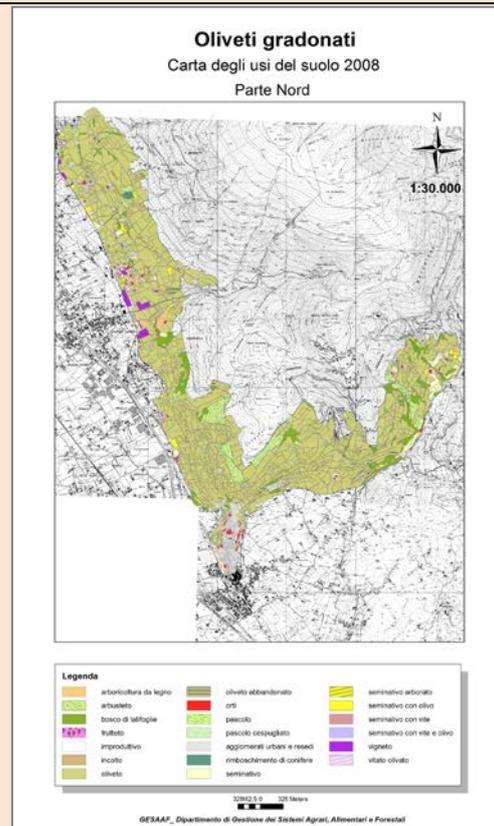


Tabella riassuntiva degli indici specifici per la valutazione delle tecniche di allevamento e architettura degli impianti e dei mosaici paesistici, relativi ai paesaggi rurali storici

TIPOLOGIA	NOME INDICATORE	BREVE DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	FONTI DEI DATI	EVENTUALE RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA
Tecniche di allevamento e architettura degli impianti	Tipologia di allevamento della vite	Descrizione sintetica del tipo di allevamento tradizionale delle viti (pergola, filare, maritata, alberello,...)	descrittivo	in campo / fonti storiche	si
	Indice dell'incidenza dei vigneti storici	Percentuale di vigneti allevati con metodo tradizionale sul totale dei terreni destinati alla viticoltura	valore percentuale	fotointerpretazione	no
	Tipologia di potatura di olivi e alberi da frutto	Descrizione sintetica del tipo di potatura degli olivi o degli alberi da frutto	descrittivo	in campo / fonti storiche	si
	Architettura degli impianti degli olivati	Sesto di impianto	descrittivo	fotointerpretazione	si
	Numero degli olivi ad ettaro	Numero medio di piante di olivo per ettaro di oliveto	piante/ettaro	fotointerpretazione	si
	Indice degli olivi monumentali	Percentuale di olivi monumentali sul totale degli olivi in un ettaro di oliveto	valore percentuale	fotointerpretazione / in campo	no
	Indice dell'incidenza dei frutteti storici	Percentuale di frutteti allevati con metodo tradizionale sul totale dei terreni destinati alla viticoltura	valore percentuale	fotointerpretazione	no
Indici di uso del suolo	Numero degli usi del suolo	Numero degli usi del suolo individuati da fotointerpretazione	numero reale	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Numero delle tessere	Numero delle tessere del mosaico paesaggistico individuate da fotointerpretazione	numero reale	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Superficie media	Superficie media delle tessere individuate	ettari	statistiche di base	no

		da fotointerpretazione		in seguito alla fotointerpretazione	
	Superficie media agricola	Superficie media delle tessere ad uso agricolo individuate da fotointerpretazione con analisi VASA	ettari	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Densità delle siepi	Valore medio dei metri lineari di siepi per ogni ettaro di superficie coltivata	metri/ettaro	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Densità dei terrazzamenti (o dei muretti a secco)	Valore medio dei metri lineari di muretti a secco per ogni ettaro di superficie coltivata	metri/ettaro	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
Indici di ecologia del paesaggio	Indice di Dominanza di Shannon	Misurazione della diversità del mosaico paesaggistico sulla base del numero di tessere presenti sia della loro abbondanza relativa nel mosaico	adimensionale	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Numero di diversità di Hill	Numero di usi del suolo che contribuiscono alla effettiva diversità del paesaggio	numero reale	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Indice di Sharpe	Valutazione della significatività di determinati processi riguardo alle trasformazioni dei diversi usi del suolo in un determinato periodo storico	adimensionale	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Edge Density	Livello di frammentazione di un determinato mosaico, dato dal rapporto tra perimetro e superficie di ogni uso del suolo.	metri/ettari	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no
	Landscape Shape Index	Livello di frammentazione per ogni classe di uso del suolo	metri/ettari	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	no

Indici di valutazione storico-culturale	Indice storico	Valutazione del valore storico dei diversi usi del suolo e del loro rischio di scomparsa	numero reale	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	si
	Classe di integrità paesaggistica	Valutazione del livello di integrità del paesaggio storico considerato	divisione in classi	statistiche di base in seguito alla fotointerpretazione	si

3. FONTI INFORMATIVE

Non esistono vere e proprie fonti informative relative agli indici proposti, in quanto la variabilità dei paesaggi storici italiani e la molteplicità delle loro caratteristiche, non permettono una eccessiva semplificazione. La maggior parte degli indici può essere calcolata in seguito alla realizzazione tramite fotointerpretazione con software GIS di carte degli usi del suolo con elevato livello di dettaglio (unità minima cartografabile di circa 500 m²).

Di seguito vengono elencate alcune fonti informative o banche dati che possono essere d'aiuto per la ricerca di informazioni, dati e basi cartografiche da cui partire per il calcolo degli indici.

- **Censimento Generali dell'Agricoltura ISTAT e statistiche annuali.** L'ISTAT esegue periodicamente i Censimenti Generali dell'Agricoltura. Il più recente è il Sesto Censimento, relativo al 2010. I dati raccolti attraverso il censimento dell'agricoltura forniscono un quadro informativo completo sulla struttura del sistema agricolo e zootecnico a livello nazionale, regionale e comunale. Hanno quindi un forte impatto sullo sviluppo delle politiche agricole nazionali e, poiché la rilevazione viene condotta secondo un regolamento definito in sede europea, rappresentano uno strumento fondamentale anche ai fini delle politiche comunitarie. Le informazioni ottenute descrivono nel dettaglio il mondo agricolo: dal numero delle aziende al titolo di possesso dei terreni, dall'utilizzazione dei terreni alla consistenza degli allevamenti, dalla manodopera impiegata alle attività connesse. (<https://censimentoagricoltura.istat.it/index.php?id=7>). A livello provinciale, invece, solo per alcune colture, sono disponibili dati riguardanti le superfici investite. http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/Introduzione.jsp?id=7A|8A|15A|18A|21A|28A.
- **Istituto Geografico Militare (IGM).** Presso l'IGM è possibile visualizzare o acquistare foto aeree del passato da utilizzare tramite software GIS per realizzare le cartografie dell'uso del suolo. La copertura aerea del territorio nazionale, ripetuta in anni successivi, è realizzata con fotogrammi nadirali aventi caratteristiche metriche di tipo fotogrammetrico (normalmente nel formato 23x23 cm, alla scala approssimativa di 1:33.000 ed eseguita con macchina da presa munita di obiettivo con focale 152 mm). Il catalogo delle foto aeree a partire dal 1954 fino al 2000 circa (la disponibilità di foto aeree dipende dai territori di interesse) è disponibile all'indirizzo: <http://www.igmi.org/voli/>
- **Ortofoto AGEA.** Presso l'AGEA (Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura) sono disponibili, esclusivamente per gli enti pubblici, le ortofoto a colori e in alta definizione più recenti possibili di tutto il territorio italiano. Le ortofoto digitali, ossia aerofotogrammetrie corrette ortogonalmente con sistema digitale, prodotte da AGEA per il sistema GIS, possono essere fornite dal Servizio Tecnico del SIAN in formato cartaceo o informatico. Ciascuna ortofoto corrisponde ad una sezione in scala 1:10.000 ottenuta dalla divisione in 16 parti del Foglio IGM in scala 1:50.000. Ciascuna sezione viene identificata con un nome di sei caratteri, di cui i primi tre identificano il Foglio a 50.000 e gli ultimi tre la sezione all'interno del Foglio stesso. La superficie territoriale, compresa in ciascuna ortofoto, corrisponde mediamente a 4.500 ettari, centrando al suo interno un'intera sezione cartografica in scala 1:10.000. Nel caso di riproduzione su supporto informatico, il materiale fornito comprenderà le ortofoto in formato TIFF e il file associato contenente i parametri di georiferimento in formato TFW.

- **Geoportale Nazionale.** Il Geoportale Nazionale del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare opera all'interno del quadro normativo stabilito dal D.Lgs. 32/2010, recepimento italiano della direttiva europea 2007/2/CE che istituisce un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (INSPIRE). Il Geoportale Nazionale rappresenta il punto di accesso nazionale per la direttiva INSPIRE consentendo quindi alle autorità competenti, parti terze e privati cittadini di ricercare le informazioni territoriali disponibili. Lo scopo principale è la creazione di un sistema informativo territoriale ambientale diffuso costituito da nodi che rendono disponibili le proprie informazioni territoriali ambientali condividendo i propri metadati: la gestione e l'aggiornamento dei metadati, dei dati territoriali e dei relativi servizi è così effettuata dall'amministrazione che produce il dato senza alcun trasferimento fisico dello stesso.

La maggior parte dei dati disponibili, tutti a livello nazionale, possono essere visualizzati ed utilizzati da software GIS attraverso servizi web standard OGC come Servizi WMS (Web Map Services), Servizi WFS (Web Feature Services) e Servizi WCS (Web Coverage Services). La banca dati del Geoportale Nazionale è costituita da informazioni raccolte nel corso del tempo nell'ambito di diversi progetti e comprende molti tematismi utili per le analisi di tipo ambientale, oltre che ortofoto aggiornate al 2012. Catalogo dei Servizi WMS: <http://www.pcn.minambiente.it/GN/accesso-ai-servizi/servizi-di-visualizzazione-wms>

- **Sistemi Informativi Territoriali (SIT) Regionali.** Ogni regione dispone di Sistemi Informativi Territoriali, non esiste però una standardizzazione dei dati e neanche una uniformità per quanto riguarda la distribuzione a privati o a enti pubblici. I dati cartografici possono essere in alcuni casi solo visualizzati tramite applicativi interni ai SIT, in altri casi possono essere disponibili per Servizi WMS o per download libero o dietro pagamento.
- **Indicatori Agricoli Territoriali.** Questo database sugli indicatori comunali dello sviluppo rurale contiene una serie di indicatori agricoli elaborati a partire dai dati del VI Censimento dell'Agricoltura del 2010. Il progetto è stato sviluppato dall'Ismea nell'ambito del programma Rete Rurale Nazionale 2007-2013, con lo scopo di fornire uno strumento informativo di supporto alle Autorità di gestione regionali e più in generale ai diversi operatori coinvolti nella programmazione, monitoraggio e valutazione dello sviluppo rurale (Rete Rurale Europea, Rete Rurale Nazionale, valutatori, università). In queste pagine è possibile consultare e visualizzare circa 800 indicatori su base comunale, estrarli in formato excel e creare mappe geografiche: <http://www.reterurale.it/indicatoriagricoli>



RETE RURALE NAZIONALE

Autorità di gestione
Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali
Via XX Settembre, 20 Roma

www.reterurale.it
reterurale@politicheagricole.it
@reterurale
www.facebook.com/reterurale