

GeoUmbriaSUIT: come valutare la sostenibilità del territorio

Andra Boggia, Roberta Calì, Gianluca Massei, Luisa Paolotti, Cecilia Ricci, Lucia Rocchi, Paolo Stranieri

Nato dalla collaborazione fra Arpa Umbria e Università degli Studi di Perugia, GeoUmbriaSUIT 2.0 consente di valutare la sostenibilità delle diverse realtà territoriali, attraverso la produzione di indici economici, sociali e ambientali e l'utilizzo di un set di indicatori. Un utile supporto alle decisioni pubbliche

GeoUmbriaSUIT 2.0 è il frutto di un elaborato percorso di collaborazione tra Arpa Umbria e il Laboratorio Ambiente, gruppo di ricerca all'interno dell'Unità di Economia Applicata del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (DSA39) dell'Università di Perugia; il Laboratorio Ambiente si occupa da oltre 20 anni di tematiche inerenti la valutazione della sostenibilità, ambientale, economica e sociale, includendo lo studio dei risvolti pratico-applicativi nell'ambito delle decisioni pubbliche.

GeoUmbriaSUIT è la prosecuzione e l'evoluzione migliorativa del modello di valutazione della sostenibilità. UmbriaSUIT 1.0. Tale strumento, sviluppato nell'ambito della medesima collaborazione nel 2007, rappresentava un modello di monitoraggio ambientale e socio-economico per l'integrazione del principio della sostenibilità nella programmazione regionale dell'Umbria.

Era chiaro già da allora, infatti, come le attività antropiche, e le connesse politiche di programmazione e pianificazione degli Enti pubblici, dovessero indirizzarsi sempre di più verso schemi di produzione e gestione del territorio sostenibili. Il modello era quindi indirizzato a definire una metodologia semplificata di monitoraggio delle dinamiche territoriali in atto, che consentisse una lettura integrata delle tematiche sociali, ambientali ed economiche, utile ai fini delle attività di programmazione territoriale nel rispetto del principio di sostenibilità. L'implementazione del modello avveniva tramite un algoritmo di somma pesata calcolata separatamente su due gruppi di indicatori, uno di tipo ambientale e l'altro di tipo socio-economico. Il risul-

tato era un indice complessivo di sostenibilità, capace di comparare differenti realtà territoriali. Rispetto alla versione 1.0, GeoUmbriaSUIT 2.0 rappresenta un avanzamento notevole, che va a colmare alcuni punti deboli del modello precedente, rendendolo uno strumento molto più flessibile. Il motore centrale del modello rimane costituito da un set comune di indicatori, in grado di rappresentare le dimensioni della sostenibilità, tenendo in considerazione variabili economiche, sociali e ambientali, con l'obiettivo di consentire una sintesi comparata tra diverse realtà territoriali (es. comparazione tra comuni di una stessa regione, oppure comparazione delle regioni all'interno di uno stato, ecc.).

I risultati sono ricavati attraverso un modello di analisi multicriteriale, che consente di affrontare problemi complessi valutando singolarmente ma in modo integrato tutte le variabili in gioco, attribuendo a ciascuna di loro la propria importanza relativa. I metodi multicriteriali consentono di comparare e classificare una serie di alternative, valutandole sulla base della loro capacità di raggiungere gli obiettivi rappresentati dagli indicatori utilizzati nell'analisi.

Questi tipi di metodi sono particolarmente adatti quando si vogliono comparare diversi scenari, caratterizzati da un profilo multidimensionale, in cui le diverse dimensioni sono spesso contrastanti tra loro, come nel caso di un'analisi di sostenibilità, che implica obiettivi economici, sociali ed ambientali, aiutando in definitiva nella ricerca delle migliori soluzioni di compromesso tra i diversi obiettivi. Rispetto alla versione 1.0, sono stati dunque apportati notevoli avanzamenti. Nello specifico, il nuovo modello

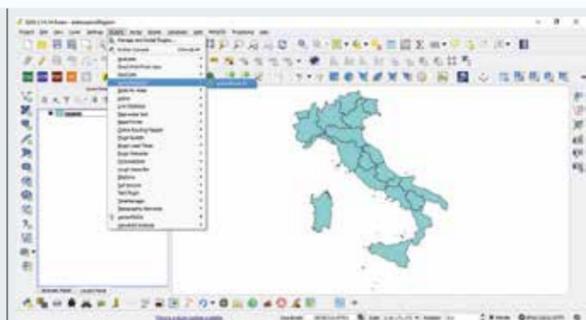
GeoUmbriaSUIT:

- è applicabile all'analisi di qualsiasi realtà territoriale, e non focalizzato solo sulla realtà Umbra;
- mantiene il sistema di elaborazione degli indici, caratterizzato da trasparenza, semplicità e immediata comprensione, anche per i non addetti ai lavori, arricchendolo però di una procedura denominata *back analysis* (analisi a ritroso), che consente la tracciabilità completa del processo di valutazione,
- integra la componente geografica al suo interno, permettendo una migliore analisi ed elaborazione del dato. In questo modello si ha quindi una integrazione completa tra Sistemi Informativi Geografici (GIS) e Analisi multicriteri;
- introduce un nuovo algoritmo di analisi multicriteri, al fine di ridurre la componente soggettiva relativa alla fase di pesatura;
- grazie all'integrazione in ambito geografico, gli output ottenibili dal modello sono molteplici. Si ottengono infatti sia output numerici (indici di sostenibilità e tabelle) che output

GeoUmbriaSUIT può essere considerato uno strumento molto utile per la valutazione della sostenibilità

grafici e cartografici, rappresentati da grafici e mappe;

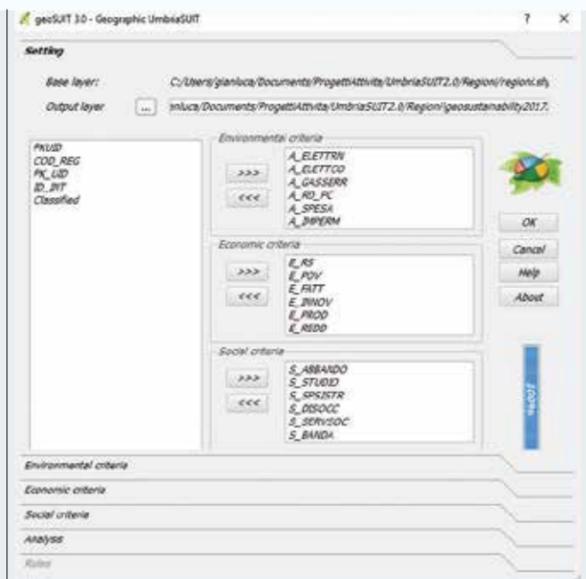
- la procedura di immissione dei dati è stata semplificata, e c'è la possibilità di inserire nel sistema anche set di dati predefiniti, mantenendo tuttavia la possibilità di approfondimento dell'analisi da parte di utenti più esperti;
 - approfondisce il livello di analisi di sostenibilità introducendo tre gruppi di indicatori, ambientali, economici e sociali (mentre il modello precedente, UmbriaSUIT, univa in un unico gruppo gli indicatori sociali ed economici) che consentono di analizzare tutte le dimensioni della sostenibilità in modo separato, permettendo comunque la creazione di un indice globale di sostenibilità, ma solo come risultato aggiuntivo;
 - supera le licenze commerciali attraverso l'utilizzo di licenze libere, coerenti con la GNU GPL ver. 3.
- Di seguito vengono presentate con maggior dettaglio, ma comunque sinteticamente, le caratteristiche principali di GeoUmbriaSUIT 2.0.



< Figura 1 - Procedura di GeoUmbriaSUIT

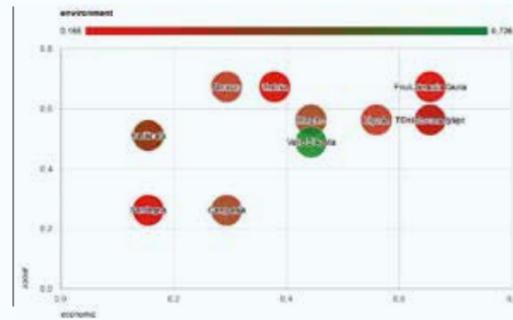


< Figura 2 - Immissione dei dati per la analisi
Il plugin GeoUmbriaSUIT è gratuito e scaricabile di rettamente dall'elenco dei plugin che si trovano dentro il software open source QGIS.



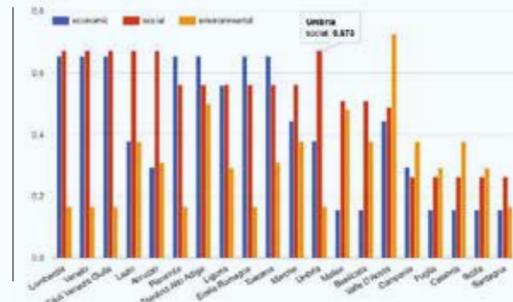
< Figura 3 - Maschera per l'immissione degli indicatori di tipo ambientale
Possibilità di scelta degli indicatori e relativa composizione dei quadri di analisi tematica "Environmental criteria", "Economic criteria" e "Social criteria".

L'intera procedura di GeoUmbriaSUIT 2.0 è stata realizzata in un ambiente GIS open source molto diffuso chiamato QuantumGIS o QGIS (figura 1). Tra le numerose funzionalità esistenti per l'analisi geografica, vi è la possibilità di sviluppo di *tools* per la personalizzazione del *software* attraverso la realizzazione di *plugin*. Il *plugin* di base è un programma non autonomo che interagisce con un altro programma per ampliarne o estenderne le funzionalità originarie, permettendo l'utilizzo di nuove funzioni, non presenti nel software principale. GeoUmbriaSUIT si configura di fatto come un *plugin*, scritto in linguaggio *python*, che impiega le librerie (insieme di funzioni o strutture dati) messe a disposizione dallo stesso QGIS per eseguire le elaborazioni richieste dall'utente. Oltre ad eseguire i calcoli previsti dall'algoritmo di valutazione, i dati di input e di output possono essere gestiti come un qualsiasi altro dato geografico e l'utente è libero di operare ulteriori analisi geostatistiche, operazioni di *geoprocessing* o di *reporting*. Si tratta, infatti, di un'integrazione perfetta di una procedura di analisi multicriteriale con lo strumento geografico. La tipologia di dato trattato dal *plugin* è il formato vettoriale. L'ambiente di sviluppo e di elaborazione, le librerie utilizzate e il *repository* all'interno del quale il *plugin* è inserito per il download, impongono che la licenza utilizzata per il rilascio del modulo sia di tipo *open source* e, nello specifico, una licenza GNU GPL ver. 3. In tale contesto, la scelta operata dagli autori in fase di progettazione risulta essere automaticamente rispettata in conseguenza della tecnologia e della architettura utilizzata nello sviluppo del *plugin*. Questa scelta è stata dettata dalla volontà di raggiungere più utenti possibili e di dare la possibilità di effettuare analisi di sostenibilità in modo diffuso. La procedura di valutazione della sostenibilità utilizza come base informativa un file geografico, quale ad esempio uno *shape file*, dove la parte grafica rappresenta l'area di studio con le singole unità da valutare (ad esempio una nazione con le singole regioni o una regione con i singoli comuni), mentre la parte alfanumerica, cioè la tabella degli attributi, descrive gli aspetti ambientali, economici e sociali delle singole unità territoriali, attraverso un insieme di indicatori selezionati. Relativamente ai dati richiesti per il funzionamento di GeoUmbriaSUIT 2.0, è previsto un limitato numero di input da parte dell'utente che, di fatto, si riducono all'inserimento del nome del file di input, di output e del vettore dei pesi utilizzati nella ponderazione. L'immissione dei dati è molto semplice, grazie all'interfaccia grafica costituita da una serie di "maschere" che compaiono una dietro l'altra, guidando l'utente nell'inserimento dati (figure 2 e 3). L'algoritmo multicriteriale con cui sono aggregati



< Figura 4 - GeoUmbriaSUIT 2.0 - Esempio di output grafico: il grafico a bolle, nella valutazione di sostenibilità delle Regioni Italiane

Il grafico così detto "a bolle", permette di rappresentare le tre dimensioni della sostenibilità. Ogni bolla corrisponde ad una alternativa analizzata. La posizione della bolla sull'asse delle x indica il punteggio ottenuto per la dimensione economica, la posizione sull'asse delle y indica il punteggio ottenuto per la dimensione sociale, mentre il colore (dal verde al rosso) indica l'entità della dimensione ambientale.



< Figura 5 - GeoUmbriaSUIT 2.0

Esempio di output grafico: gli istogrammi, nella valutazione di sostenibilità delle Regioni Italiane



< Figura 6 - GeoUmbriaSUIT 2.0- Esempio di output cartografico: la mappa relativa all'indice di sostenibilità ambientale per le regioni Italiane (EnvIdeal).

Il colore giallo indica un livello di sostenibilità ambientale molto basso, mentre il colore verde scuro indica un livello di sostenibilità molto alto. Le gradazioni intermedie indicano livelli intermedi di sostenibilità dal punto di vista ambientale.



< Figura 7 - GeoUmbriaSUIT 2.0 - Esempio di output cartografico: la mappa relativa all'indice di sostenibilità sociale per le regioni Italiane (SocIdeal).

Il colore giallo indica un livello di sostenibilità sociale molto basso, mentre il colore blu indica un livello di sostenibilità molto alto. Le gradazioni intermedie indicano livelli intermedi di sostenibilità dal punto di vista sociale. Analoghe mappe vengono realizzate per l'indice di sostenibilità economico, e per l'indice globale.

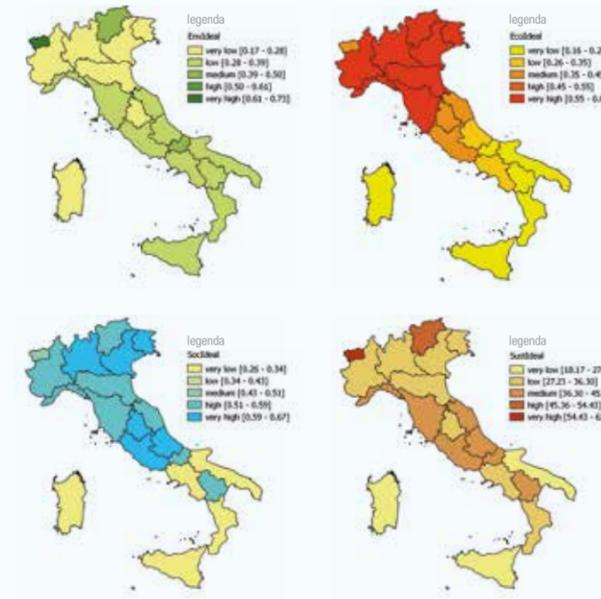
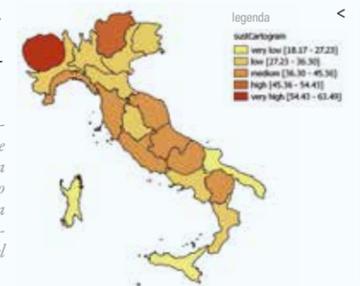


Figura 8 - Esempio di output cartografici - le 4 mappe della sostenibilità

In alto, a sinistra la mappa relativa all'indice di sostenibilità ambientale (EnvIdeal), e a destra quella relativa alla sostenibilità economica (Ecoldeal). In basso, a sinistra la mappa relativa all'indice di sostenibilità sociale (SocIdeal), e a destra quella relativa alla sostenibilità globale (SustIdeal).

Figura 9 - GeoUmbriaSUIT 2.0 - Output cartografici: un esempio di cartogramma dell'indice globale di sostenibilità.



I cartogrammi mostrano una deformazione delle aree in funzione dell'intensità dell'indice e della superficie su cui si esprime. Tanto maggiore è l'indice e minore la superficie reale, tanto più essa risulterà deformata in eccesso nel cartogramma e viceversa.

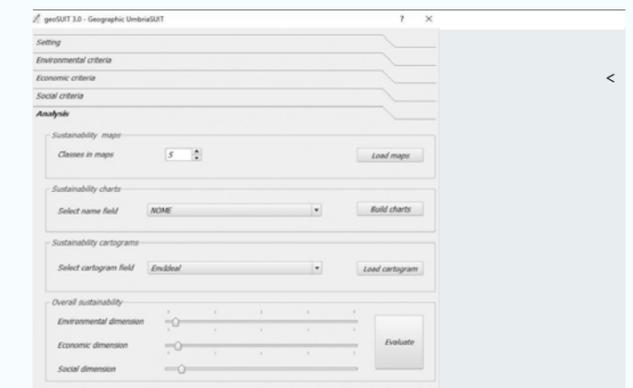


Figura 10 - La costruzione dell'indice globale

tra loro gli indicatori che produrranno i tre indici finali è il Metodo TOPSIS (o metodo del Punto Ideale). Tale metodo permette di valutare un insieme di alternative sulla base della distanza di queste dal punto ideale. In particolare, il metodo esegue un ordinamento sulla base di più criteri, impostando un obiettivo a cui tendere (punto ideale o *ideal point*) ed uno da cui allontanarsi (punto peggiore o *worst point*) per ciascun criterio di valutazione.

Il punto ideale rappresenta quindi un'ipotetica alternativa che ottimizza il valore di ogni criterio, e può trovarsi all'interno del range degli indicatori proposto o al di fuori di esso: il plugin permette assoluta personalizzazione. Se non diversamente indicato,

il valore maggiore per ogni criterio diviene il punto ideale, e il valore minore il punto peggiore, o viceversa, a seconda che il singolo indicatore sia considerato un costo o un guadagno.

Si è detto che la fase di ponderazione rappresenta un punto di particolare criticità nel percorso di valutazione, a causa della forte componente soggettiva che la determinazione dei pesi comporta. Non potendo sostituire tale operazione, è stata introdotta una procedura opzionale di confronto a coppie tra i vari criteri scelti per la valutazione, che consente di aumentare il grado di oggettività nella determinazione del vettore pesi. Si noti che l'utente non è costretto ad utilizzare il confronto a coppie, in quanto

anche il passaggio della pesatura è completamente personalizzabile. Il prodotto finale delle elaborazioni è rappresentato come accennato da output numerici e tabellari, ma anche grafici e cartografici (figure da 4 a 10). Tali *output* rappresentano gli indici di sostenibilità ambientali, economici e sociali, nonché l'eventuale indice globale, che può essere ottenuto ponderando i valori dei tre indici che lo compongono. La ponderazione delle tre dimensioni per ottenere l'indice globale avviene in modo piuttosto intuitivo, grazie alla presenza di una selezione tramite cursore (Figura 8). Per assomiglianza con il metodo da cui sono prodotti, gli indici prendono il nome di EnvIdeal, Ecoldeal, SocIdeal e SustIdeal.

Grazie alla sua licenza Open e alla sua flessibilità di utilizzo, GeoUmbriaSUIT è stato utilizzato e scaricato da diversi studiosi ed esperti del settore. Questo ha fatto sì che negli ultimi tre anni sia stato applicato in ambito nazionale e internazionale in numerose occasioni. A dicembre 2016) il *plugin* è stato installato in totale 11.739 volte. Sul sito, che contiene il manuale e alcuni tutorial e dati di prova, negli ultimi 12 mesi si sono registrate circa 5.200 visualizzazioni dei materiali, e nello stesso periodo, il manuale utente e i dati di prova sono stati scaricati 215 volte. Allungando l'orizzonte temporale fino alla data di lancio del *plugin* (giugno 2013), il numero sale. Dal momento del lancio, infatti, le visite sul sito sono state 15.318 con 1.263 download di dati, manuale e tutorial. Presentato in occasione di convegni sia nazionali che internazionali, GeoUmbriaSUIT è stato applicato a differenti casi studio, riguardanti sia aree di studio locali (es. applicazione del modello per la valutazione della sostenibilità dei Comuni dell'Umbria), che nazionali (es. applicazione del modello per la valutazione della sostenibilità delle Regioni Italiane), che internazionali (es. valutazione della sostenibilità delle Comunità Autonome della Spagna). La Tabella 1 riporta l'elenco delle applicazioni di GeoUmbriaSUIT 2.0 divise per categorie. Dai contatti avuti nel corso dei mesi con ricercatori sia italiani che esteri, sono in corso applicazioni aggiuntive (tra cui una relativa alla valutazione della sostenibilità sul territorio di Malta) che però, non avendo ancora la dignità di pubblicazione, non vengono riportate in questa sede.

In definitiva, GeoUmbriaSUIT 2.0 può essere considerato uno strumento molto utile per la valutazione della sostenibilità a livello territoriale da applicare anche nell'ambito delle politiche decisionali. Le applicazioni di tale procedura hanno dimostrato una versatilità e una semplicità di utilizzo tale da essere adatta anche per utenti non esperti. L'immediatezza dei diversi output producibili, unita alla possibilità di analisi separate per le componenti ambientali, economiche e sociali, lo rendono idoneo all'uso in ambito di pianificazione e programmazione. È auspicabile quindi una diffusione sempre maggiore del modello, ed un suo utilizzo nelle politiche di programmazione locali e internazionali.