



**Assunta Pelliccio**

Ricercatore presso l'Università di Cassino. Docente titolare dei corsi di Tecniche della Rappresentazione e Laboratorio di Ingegneria Civile. Autore di numerose pubblicazioni nazionali ed internazionali. I principali ambiti di ricerca sono: il rilevamento architettonico, i Sistemi Informativi, la città di Cassino prima e dopo la distruzione.

## La “Rappresentazione formativa” per l’analisi della vulnerabilità del paesaggio antropico. Due ambiti territoriali a confronto: il centro storico di S. Elia Fiume Rapido (Fr) e il bacino minerario di Coreno Ausonio

### *“Informative Representation” for the vulnerability analysis of anthropic landscape. Two different areas in comparison: the historical center of St. Elia Fiumerapido (Fr) and the mining site of Coreno Ausonio*

La concomitanza di fattori come lo sfruttamento del suolo e la vulnerabilità fisica del territorio produce un rischio paesaggistico particolarmente elevato che deve essere mitigato attraverso un’analisi dei livelli di criticità per i diversi ambiti territoriali. I sistemi informativi rappresentano un valido supporto per la gestione e visualizzazione sintetica di dati molto eterogenei. In questo contributo si illustrano due diverse procedure di analisi progettate per ambiti paesaggistici differenti: il centro storico di S. Elia Fiume Rapido, in provincia di Frosinone, e il bacino minerario di Coreno Ausonio, in provincia di Latina. Questi due casi configurano esempi in cui la “Rappresentazione Informativa” è fondamentale sia per preservare le testimonianze del passato che salvaguardare l’ambiente da attività antropiche incontrollate.

*Among the main risk factors of the landscape are the overexploitation of the soil and a high physical vulnerability of our country. This risk needs to be mitigated through a careful analysis of the criticality levels in the different geographical areas. In this paper two different procedures for vulnerability analysis, carried out with the GIS, are described, designed for completely different landscape areas: the historical center of Sant’Elia Fiumerapido, in the province of Frosinone, and the mining basin of Coreno Ausonio, in the province of Latina. These two cases constitute examples where the “Informative Representation” allows an immediate reading of the involved components with the aim, in the first case to preserve the evidence of the past, in the second case to protect the environment from uncontrolled human activities.*

**Parole chiave:** paesaggio; centri storici; siti minerari; GIS; rappresentazione informativa

**Keywords:** landscape; historical town; mining sites; GIS; informative representation

Il termine paesaggio indica «[ ] una determinata parte di territorio<sup>1</sup>, così come è percepita dalle persone, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni». Con questa definizione la Convenzione Europea del Paesaggio<sup>2</sup> chiarisce, in modo univoco<sup>3</sup>, come il paesaggio delinea la particolare fisionomia del territorio, determinata dalle sue componenti fisiche, antropiche, biologiche ed etniche e stabilisce come esso sia imprescindibile dall'osservatore e dal modo in cui viene percepito e vissuto. Il paesaggio, quindi, in tutte le sue accezioni, naturale, antropico o culturale<sup>4</sup>, rappresenta la memoria storica e l'identità di un popolo. Per questo motivo la Convenzione dispone anche i provvedimenti in tema di riconoscimento e tutela che gli Stati Membri si impegnano ad applicare. Vengono definite le politiche, gli obiettivi, la salvaguardia e la gestione del patrimonio paesaggistico, riconosciuto come componente fondamentale, per la sua importanza culturale, ambientale, sociale, storica, del patrimonio europeo ed elemento fondamentale a garantire la qualità della vita delle popolazioni. La Convenzione prevede la salvaguardia di tutti i paesaggi, indipendentemente da prestabiliti canoni di bellezza o originalità, che si ottiene con la riduzione del livello del rischio e quindi della vulnerabilità.

Nella cultura contemporanea la salvaguardia del paesaggio sta assumendo sempre maggiore importanza, considerata, ormai da tutte le nazioni, come lo strumento necessario a garantire uno sviluppo sempre più sostenibile. Per secoli l'uomo ha agito sul paesaggio modificandolo nei suoi connotati estetici e naturali per adattarlo alle crescenti esigenze della popolazione: l'avvento delle macchine, la logica del profitto, lo sfruttamento del territorio e il liberismo economico che assegna valore al suolo, sono tra le principali cause delle trasformazioni, il più delle volte irreversibili, che i paesaggi naturali, antropici e di conseguenza culturali hanno subito (Pelliccio, 2011).

Tale processo, intensificatosi particolarmente dopo le trasformazioni post industriali, si associa, nel nostro paese, ad una elevata vulnerabilità

fisica del territorio, determinata dalla notevole attività sismica e vulcanica, e dalla particolare conformazione geomorfologica ed idrogeologica. La concomitanza di questi fattori con l'eccessivo sfruttamento del suolo, produce un rischio paesaggistico particolarmente elevato, che deve essere necessariamente mitigato attraverso un'attenta analisi dei livelli di criticità presenti nei diversi ambiti territoriali e mediante la formulazione di strategie di intervento basate su

prescrizioni e indicazioni operative [figura 1]. I livelli di criticità non possono essere ricavati da schemi prefissati, rigorosamente statistici, ottenuti frequentemente soltanto dall'analisi del "danno post evento", poiché il meccanismo stesso del danno coinvolge un elevato numero di variabili, fisiche e sociali, legate tra loro in modo articolato e complesso. L'individuazione di queste variabili, le quali influiscono sul processo di deterioramento dell'ambito paesaggistico,

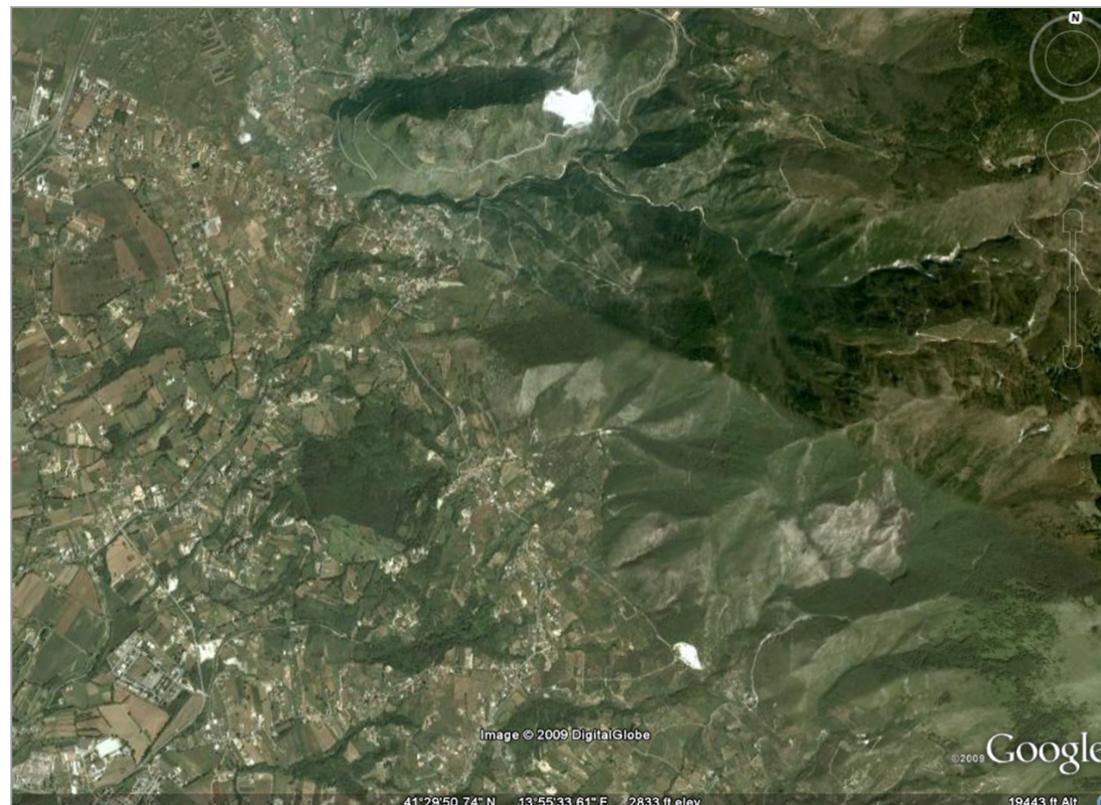


Figura 1  
Il paesaggio antropico, urbanizzato e sfruttato: le zone in bianco rappresentano gli effetti dell'attività di estrazione mineraria.

contribuisce quindi alla quantificazione del rischio [figura 2]. L'approccio allo studio del paesaggio deve essere, pertanto, olistico di tipo integrato in cui gli elementi sono considerati come insiemi aperti e in continuo rapporto dinamico fra loro, sia che si perseguano analisi sulla qualità percettiva che fisica e culturale del paesaggio.

I sistemi informativi, in grado di gestire ma soprattutto visualizzare con un'adeguata rappresentazione dati molto eterogeni, sono un

prezioso supporto per la definizione ed analisi della vulnerabilità paesaggistica e, in particolare, per il controllo dei processi di trasformazione a cui il paesaggio è sottoposto continuamente. Con il crescente tentativo di coniugare l'informazione alla modellazione, sempre più spinta, delle forme spaziali ed in particolare del territorio, i sistemi informativi stanno fornendo metodi sempre più rigorosi e differenziati in relazione alle diverse scale di rappresentazione utilizzate (Aspinal,

1999): la funzionalità 3D di questi sistemi, crea forme spaziali elementari o complesse, architettoniche o ambientali su cui è possibile applicare, infatti, analisi multidisciplinari.

L'informatizzazione del dato paesaggistico si traduce in una cartografia cognitiva o "Rappresentazione Informativa", in cui il dato fisico, geografico e topologico è associato ai caratteri del paesaggio narrativo e antropizzato, in modo da rappresentare e comprendere nella loro interezza fenomeni diversi. Una rappresentazione informativa per sua struttura dinamica che si coniuga all'*e-government*<sup>5</sup>, nuovo modo di concepire la tutela paesaggistica attraverso il coinvolgimento diretto del cittadino (individuale o collettivo), favorendo la trasparenza, il dialogo e la partecipazione.

In questo contributo si illustrano due diverse procedure di analisi della vulnerabilità, progettate per ambiti paesaggistici completamente differenti. Il primo caso riguarda il centro storico di S. Elia Fiumerapido, in provincia di Frosinone, ed ha come oggetto l'analisi dell'edificato storico e la sua esposizione ai fattori naturali di degrado. Il secondo caso tratta del bacino di Coreno Ausonio, in provincia di Latina, profondamente segnato da un'intensa attività di estrazione mineraria. Questi due casi configurano esempi in cui la "Rappresentazione Informativa" rende facile ed immediata la lettura delle componenti in gioco con l'obiettivo, nel primo caso, di preservare le testimonianze del passato e, nel secondo, di salvaguardare l'ambiente da attività antropiche incontrollate.

I centri storici minori si conformano secondo un lento processo legato all'evoluzione economica e storico-artistica di una comunità, ne conservano il *genius loci* e danno vita a un vero e proprio monumento di ambiente, in cui l'omogeneità della composizione urbana prevarica sulla singola architettura di pregio: essi vanno conservati e tutelati. La vulnerabilità di realtà così costituite, in particolare quelle del basso Lazio, sono legate principalmente al rischio sismico e alla mancanza di una chiara politica di prevenzione e di metodologie ed interventi atti alla conservazione dei valori storico-artistici e alla valorizzazione dei



Figura 2

S. Giuliano di Puglia, terremoto del 2002. Il crollo della scuola elementare che testimonia l'incidenza nell'evento di variabili fisiche, come gli effetti di sito, sistemi costruttivi differenti etc.. [www.rete.toscana.it](http://www.rete.toscana.it)

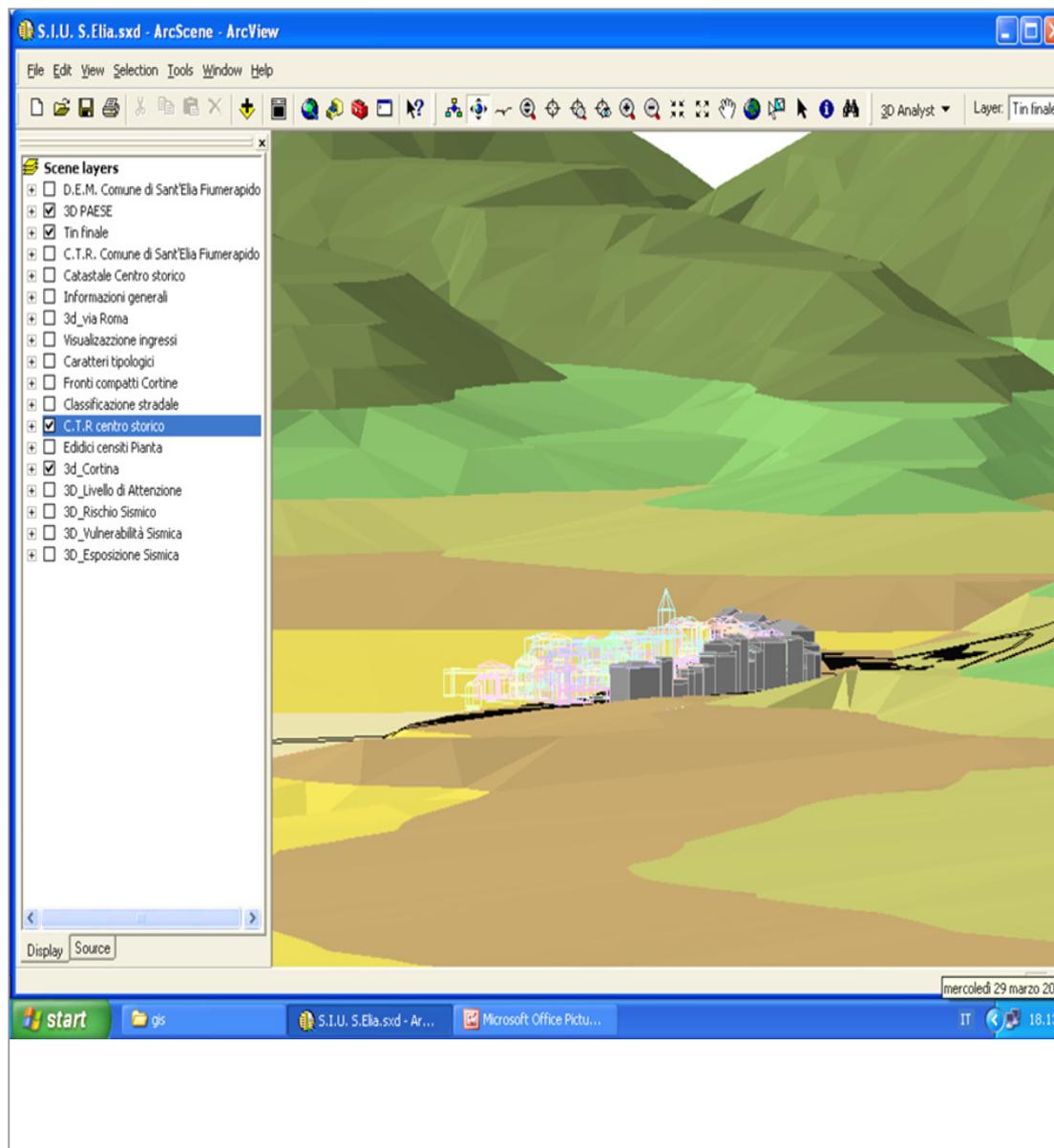


Figura 3

S. Elia Fiumerapido, centro storico. Modellazione 3D dell'edificato urbano per una Rappresentazione Informativa all'interno di un sistema informativo territoriale. Elaborazione grafica di A. Verrecchia

beni. In questo caso il centro storico rappresenta l'oggetto stesso da preservare e su cui indirizzare le analisi.

Sant'Elia Fiumerapido è ubicato nella valle dell'omonimo fiume, nell'agro cassinatese caratterizzato da un ricco bacino idrografico<sup>6</sup>. Di epoca romana, come testimoniano sia l'impianto urbano che i numerosi resti sul territorio<sup>7</sup>, si conforma secondo la strutturazione attuale, nel periodo medioevale, durante il quale la città si circonda di possenti mura<sup>8</sup>. Con il secondo conflitto mondiale S. Elia subisce molti danni ma riesce a conservare quella omogeneità della composizione urbana che caratterizza la maggior parte dei centri storici di questa regione geografica.

Per definire i livelli di criticità della vulnerabilità di questo "monumento d'ambiente", il sistema progettato contiene la modellazione 3D del tessuto storico urbano a cui è stata associata una banca dati molto articolata, contenente tutte le variabili che concorrono alla conoscenza

CHECK_LIST										Istat Comune			6080			Comune di Sant'Elia Fiumerapido		
Dati generali										Istat Località			6080			Lista n°1		
Catastrato di riferimento Scala 1:1000										Parte a vista			Parte non a vista					
Consistenza																		
NV	Identif.	Fog. Catastale	Partic.	Denom.	Località	Indirizzo	Quotazioni	A(m)	L(m)	P(m²)	Ac.	Loc.	SC.	Pr.	Doc.	Datazione		
1	1 R	22	184,184-1	Edificio comunale	Centro storico	Via Roma	-1,64	13,50	15,00	450,00	3	2	0	1	1		1892	
2	10 R	22	186	Residenza	Centro storico	Via Roma		14,50	4,25	80,26	2	3	1	2	1			
3	11 R	22	186	Residenza	Centro storico	Via Roma		17,50	12,50	385,74	2	3	1	2	1			
4	12 R	22	188	Residenza	Centro storico	Via Roma		15,50	12,00	151,82	2	3	1	2	1			
5	13 R	22	189	Residenza	Centro storico	Via Roma		6,50	7,50	83,08	2	3	2	2	1			
6	14 R	22	189-1	Residenza	Centro storico	Via Roma		12,00	6,50	66,26	2	3	3	2	1			
7	15 R	22	229	Residenza	Centro storico	Via Roma			7,50	3,00	31,50	2	3	1	2	1		
8	16 R	22	124,124-1	Residenza	Centro storico	Via Roma		11,00	8,50	2	2	3	1	2	1			
9	17 R	22	120	Residenza	Centro storico	Via Roma		7,50	7,50	8	2	3	0	2	1			
10	18 R	22	120	Residenza	Centro storico	Via Roma		16,50	41,50	999,9	0	3	3	0	2	1		
11	19 R	22	93	Residenza	Centro storico	Via Roma		15,50	20,00	466,9	0	3	3	0	2	1		
12	2 R	22	185-2	Edificio comunale	Centro storico	Via Roma	2,2	14,50	5,00	51,28	3	2	0	1	1		1892	
13	20 R	22	93-1	Residenza	Centro storico	Via Roma		11,50	15,50	385,8	2	3	3	1	2	1		
14	21 R	22	91-1	Residenza	Centro storico	Via Roma		15,00	8,50	120,5	6	3	3	1	2	1		
15	22 R	22	91	Residenza	Centro storico	Via Roma		7,00	8,50	119,9	6	3	3	1	2	1		
16	23 R	22	91	Residenza	Centro storico	Via Roma		14,50	3,50	65,32	3	3	1	2	1			
17	24 R	22	70,72	Residenza	Centro storico	Via Roma		18,50	11,00	330,7	4	3	3	1	2	1		
18	25 R	22	70	Residenza	Centro storico	Via Roma		17,50	5,50	137,2	6	2	3	1	2	1		
19	26 R	22	70	Residenza	Centro storico	Via Roma		12,50	3,50	101,2	6	2	3	1	2	1	1667	
20	27 R	22	70	Residenza	Centro storico	Via Roma		4,00	11,00	110,8	0	2	3	1	2	1	1567	
21	3 R	22	186	Residenza	Centro storico	Via Roma	3,35	5,50	11,00	89,26	3	2	0	2	1		1913	
22	4 R	22	186-1	Residenza	Centro storico	Via Roma	4,01	8,00	4,00	46,32	3	2	0	2	1		1915	
23	5 R	22	186-1	Residenza	Centro storico	Via Roma	4,75	7,00	5,00	61,06	3	2	0	2	1		1916	
24	6 R	22	186	Residenza	Centro storico	Via Roma	5,08	10,50	8,00	126,1	4	2	3	0	2	1		
25	7 R	22	186	Residenza	Centro storico	Via Roma		13,50	13,50	199,4	4	2	3	0	2	1		
26	8 R	22	188	Residenza	Centro storico	Via Roma	2	17,50	11,50	247,5	6	2	3	0	2	1		
27	9 R	22	187	Residenza	Centro storico	Via Roma	2	11,00	5,00	72,46	2	3	0	2	1			

Figura 4  
S. Elia Fiumerapido, centro storico. Schede per il rilievo dell'edificio urbano, importate successivamente all'interno del sistema informativo.

4]. La conoscenza da generale al particolare si è resa necessaria soprattutto perché l'edificio si presenta in muratura portante con una interazione strutturale dei vari manufatti. Sono stati individuati aggregati strutturali, in genere coincidenti con isolati, all'interno dei quali sono stati riconosciuti gli edifici, intesi come quelle parti di costruito che hanno unico linguaggio architettonico ed una struttura ben definita (Verrecchia, 2006).

Le *informazioni sui singoli edifici e vani*, ottenute con rilievi metrici e fotografici.

I dati raccolti, alfanumerici e iconografici di rilievo, sono stati strutturati in banche di dati, ad albero, progettate sulle indicazioni delle norme UNI di riferimento, del Documento di Intesa<sup>10</sup> e del modello "schedografico" realizzato dall'Istituto Centrale per il Restauro [ICR] e dall'Istituto Centrale per la Catalogazione e la Documentazione [ICCD]<sup>11</sup>. L'identificativo del codice di chiave primaria ID scelto per questo dbase è l'unità immobiliare urbana catastale [u.i.u].

Gli stessi dati sono stati successivamente elaborati<sup>12</sup> per individuare coefficienti dei livelli di attenzione della qualità ambientale e della propensione al degrado. I coefficienti sono stati, successivamente, attribuiti ai singoli beni censiti e, mediante l'uso di differenti cromie anche alla loro rappresentazione tridimensionale, consentendo di generare graduatorie di rischio: i differenti livelli di rischio, passano, infatti, da una colorazione più scura ad una più chiara espressione di minore grado di criticità. Il rapporto cromia/livello di criticità si aggiorna automaticamente al variare dell'aggiornamento del dato all'interno del sistema informativo [figura 5].

Questa procedura risulta particolarmente utile nella gestione dei piani di manutenzione programmata, messi in atto dalle Amministrazioni

complessiva e totale del sito in esame [figura 3]. Realizzato in seguito ad un rilievo speditivo<sup>9</sup>, prima del sistema insediativo totale (centro storico), poi dei singoli isolati e infine delle singole emergenze architettoniche, il dbase si compone di campi che analizzano: le *informazioni generali*, relative agli elementi storici e formativi del centro, alle caratteristiche morfologiche e sviluppo viario,

alle informazioni sulle vicende storiche-politiche-economiche, agli aspetti socio antropologici fino alla sismicità storica.

Le *informazioni sull'edificio*, ottenute con un'analisi a vista, che individuano le caratteristiche ubicazionali, tipologiche, geometriche e strutturali ed i danni presenti in ogni edificio sempre ai fini di stabilirne la vulnerabilità [figura

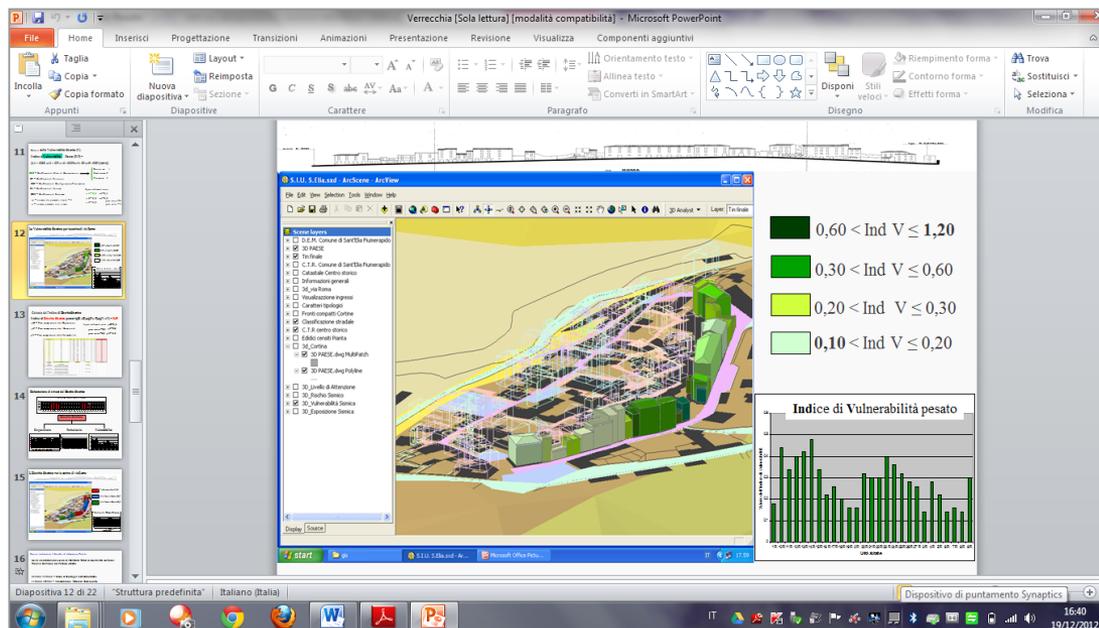


Figura 5  
S. Elia Fiumerapido, centro storico. Coefficienti di livelli di attenzione per la vulnerabilità paesaggistica rappresentati su un modello tridimensionale con differenti cromie. Elaborazione grafica di A. Verrecchia

locali per intervenire, in funzione della priorità fornita dal sistema, sui singoli manufatti prima dell'accadimento dell'evento: essa restituisce costantemente un aggiornamento visivo, mediante la variazione cromatica del modello grafico, legato, ad esempio, all'esecuzione di interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria sui singoli edifici e riportati nel database. L'aggiornamento, sposando la filosofia dell'e-government, può essere eseguito anche via WEB, poiché i dati anagrafici sono collegati alle particelle catastali, da utilizzatori esterni (cittadini) che intervengono privatamente sull'edificato, contribuendo alla funzionalità del sistema stesso. Sistema che è stato progettato per potere essere riapplicabile a realtà territoriali omogenee, come i centri storici minori del basso Lazio: i dati di ciascuna entità urbana, così topologicamente definiti e modellati in 3D, con il processo di geolocalizzazione possono confluire in una struttura geograficamente più ampia

in grado di restituire non soltanto una visione d'insieme ma di fornire indirizzi progettuali di recupero comuni a nuclei urbani che presentano simili caratteristiche. Gli obiettivi futuri riguardano, pertanto, la possibilità di saturare un ambito geografico molto ampio per avere una conoscenza globale fondamentale nelle scelte decisionali in grado di migliorare la gestione e soprattutto l'uso del territorio. L'attività antropica sul paesaggio non produce sempre realtà da tutelare ma, quando sono incontrollate, creano insanabili discontinuità, come nel caso dello sfruttamento minerario del territorio. L'intensificarsi di questa attività, nel nostro paese, risale al periodo postbellico, a causa dell'imponente richiesta di materie prime dall'edilizia<sup>13</sup>, impegnata nella ricostruzione dovuta agli eventi del secondo conflitto mondiale e al processo di modernizzazione del paese. I siti estrattivi, in particolare quelli a cielo aperto, rappresentano la causa delle

maggiori trasformazioni del paesaggio oggetto di salvaguardia: la procedura di analisi sarà il risultato di un continuo confronto tra cause (attività estrattiva) ed effetto (paesaggio). Il sito estrattivo di Coreno Ausonio, come altri, si conforma in un arco temporale abbastanza ristretto, legato soprattutto all'economia del proprio territorio; altera in modo radicale le geometrie e le cromie naturali del paesaggio e ne modifica l'equilibrio ambientale. Il bacino occupa la porzione sud-occidentale dei Monti Aurunci orientali ed interessa numerosi comuni tra cui quello di Coreno Ausonio [figura 6]. La fascia territoriale si colloca quindi tra un paesaggio antropico di elevato valore storico<sup>14</sup> e un paesaggio naturale tendenzialmente agrario. Da alcuni decenni l'intero bacino di Coreno è interessato da un'intensa attività estrattiva di pietre ornamentali<sup>15</sup>, caratterizzata da una accentuata evidenza per il disegno di scavo e per la posizione generalmente a quota più elevata

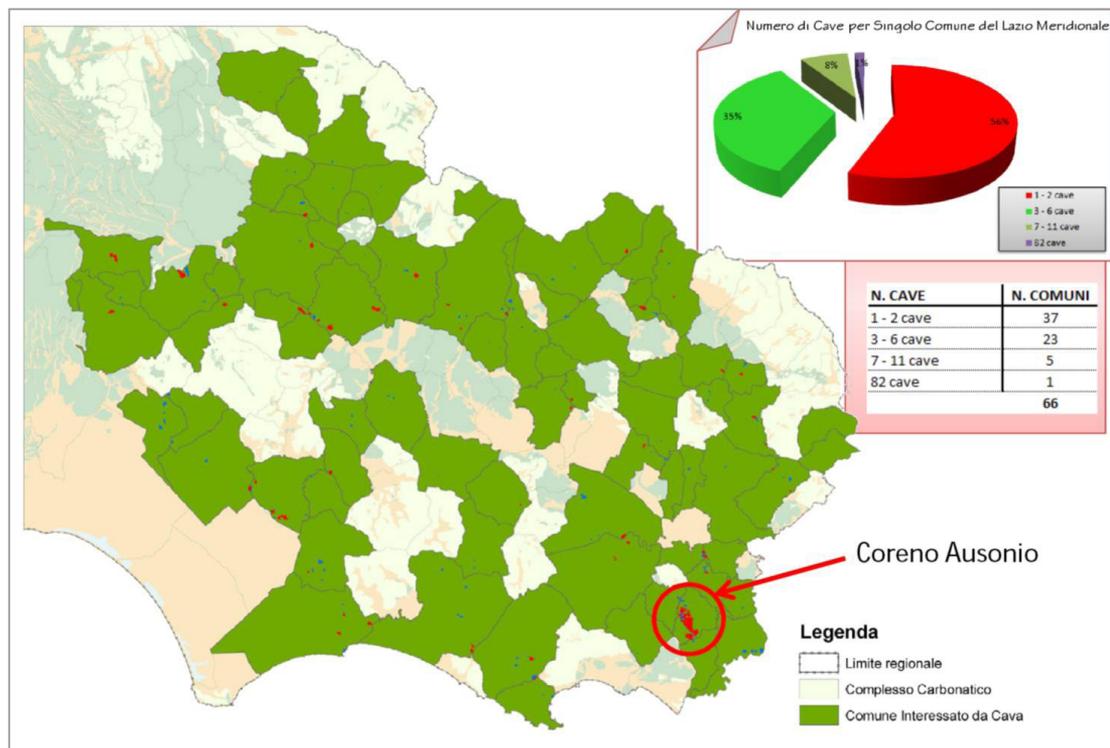


Figura 6

Bacino minerario di Coreno Ausonio. Individuazione e perimetrazione dei siti estrattivi nell'intero complesso carbonatico in un sistema informativo.

rispetto al contesto antropico circostante: i metodi di lavorazione, infatti, comportano l'arretramento di un fronte unico, sovente di elevata pendenza, con la conseguente asportazione dello strato vegetativo superficiale e del suolo vegetale. Si creano in questo modo forti discontinuità dell'insieme visivo per l'accentuazione del contrasto cromatico tra la colorazione chiara della roccia nuda e l'ambiente più o meno vegetato circostante, caratterizzato da differenti cromie di verde. Tali lavorazioni richiedono inoltre piste di accesso ai cantieri, strade di servizio, piazzali per la sistemazione degli impianti di lavorazione e lo stoccaggio dei prodotti finiti che, sebbene di dimensioni limitate, provocano ulteriori incisioni delle pendici del rilievo collinare con sbancamenti

in alcuni casi particolarmente deturpanti. Senza dubbio questo di Coreno è un territorio molto sfruttato le cui trasformazioni artificiali si leggono anche a distanza di alcuni chilometri dallo stesso bacino, come risulta dall'analisi dei raggi di influenza visiva, valutati fino al valore di limite ottimale di percezione visiva pari ad distanza di 2,5 chilometri [figura 7]. Lo sfruttamento così intensivo di questo ambito territoriale è stato anche favorito da una legislazione del settore poco sensibile alla salvaguardia degli aspetti ambientali<sup>16</sup>. Per ambiti territoriali come questo bacino minerario il "ri-disegno" del paesaggio, mediante interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, si pone come un'opera necessaria per tentare di riequilibrare,

almeno in parte, le discontinuità generate per mano dell'uomo e soprattutto per migliorare la sostenibilità ambientale (Pelliccio, 2011).

In questo caso la progettazione del sistema è stata orientata verso una strategia di *governance* del territorio che tende proprio alla conservazione ed alla salvaguardia dei valori paesaggistici, mediante la conoscenza approfondita ed esauriente delle problematiche esistenti e di non facile gestione relative ai siti estrattivi. Il sistema si struttura su una base cartografica, C.T.R. Lazio e ortofoto in scala 1:10.000, georeferenziata nel medesimo *datum*, come il DEM con una maglia 10x10m, per consentire una lettura in *overlay*, sulla quale è stata eseguita la perimetrazione delle attività estrattive del bacino in esame [fig.3]

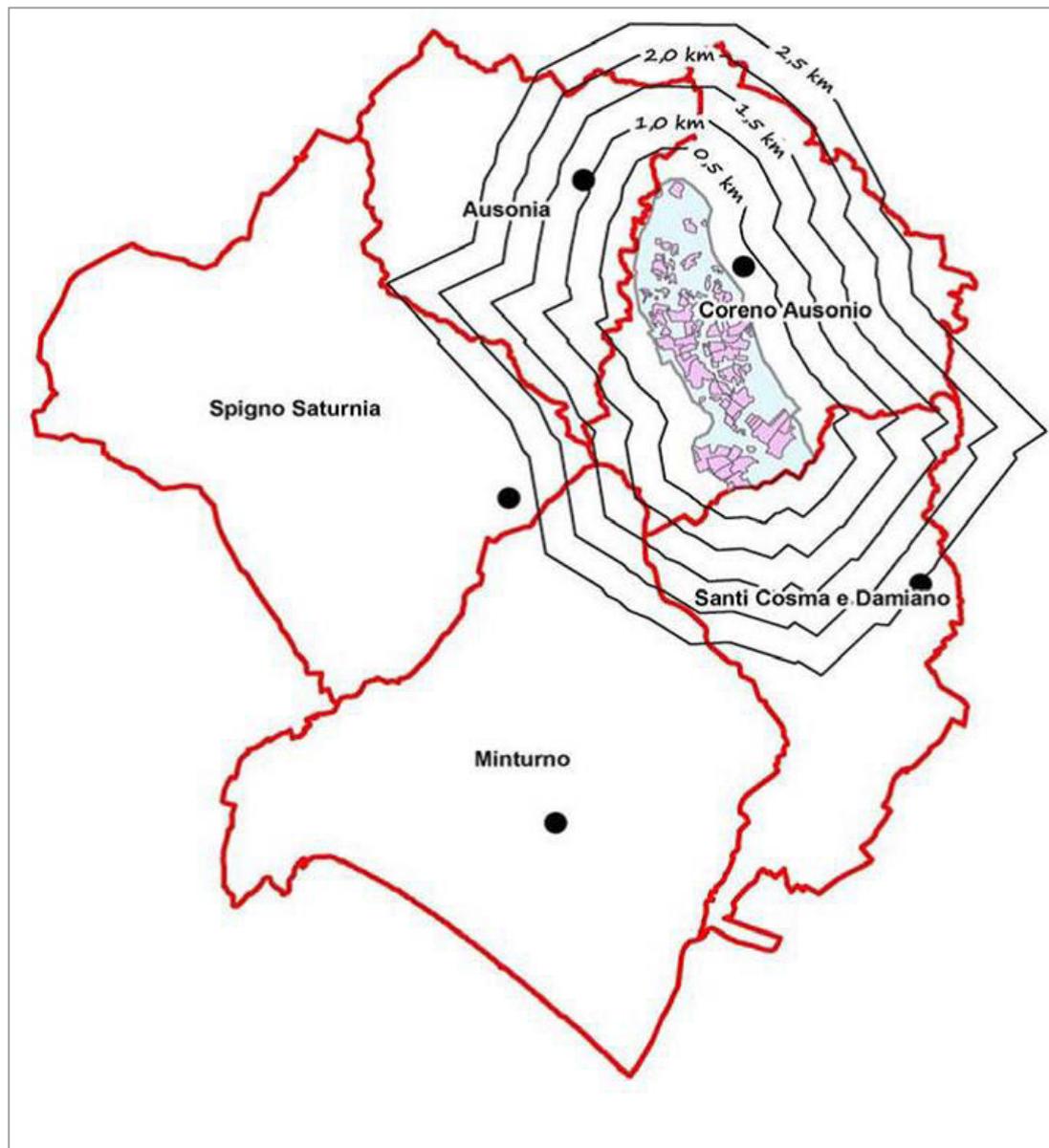


Figura 7

Bacino minerario di Coreno Ausonio. Schema di individuazione dei raggi d'influenza visiva per il bacino di Coreno con l'uso di un sistema informativo.

(Vallerotonda, 2009).

Alla base cartografica è stata associata una banca dati che accoglie informazioni necessarie ad una conoscenza globale che si ottiene con il rilievo di tutte le componenti in gioco: indicazioni sulle tipologie di cave [metodo di coltivazione e geometria dello scavo], sulla loro ubicazione, sull'interazione con i centri storici e/o abitati e con le infrastrutture, sulle caratteristiche tecnico-urbanistiche [in particolare l'analisi di alcuni vincoli], e geomeccaniche e geoidrologiche delle aree. A queste informazioni si sono aggiunte tutte le altre utili per il controllo e/o programmazione dell'attività di recupero delle cave, precedentemente descritte, comprese le Norme Tecniche di Attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.) e i contenuti del Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE).

Ai dati di rilievo e a quelli di natura tecnico-urbanistica, sono state poi aggiunte informazioni e le tematiche mancanti in materia di recupero: aspetti geologici/geomorfologici, tecnologici dei processi produttivi, insediamenti/infrastrutture, economici/amministrativi, vulnerabilità idrogeologica, paesaggio<sup>17</sup> (Vallerotonda, 2009). Il sistema, composto da una banca dati completa e articolata, fornisce indicazioni relative alla tipologia di cave, 80 sono risultate di versante solo 2 di culmine; alla dimensione superficiale e perimetrica, il 35% dei siti è di piccole o medie dimensioni [1000-7000mq], soltanto il 10% è superiore ad un ettaro; alla tipologia di lavorazione, tutti i siti producono pietra da taglio ed ornamentali con un considerevole quantitativo di materiale residuo o scarto; alla distanza dai centri storici limitrofi; alla distanza dalle infrastrutture stradali, il 26% dei siti sono a distanze comprese tra i 500 e i 1000 m dai principali sistemi stradali e solo il 12% è posto ad

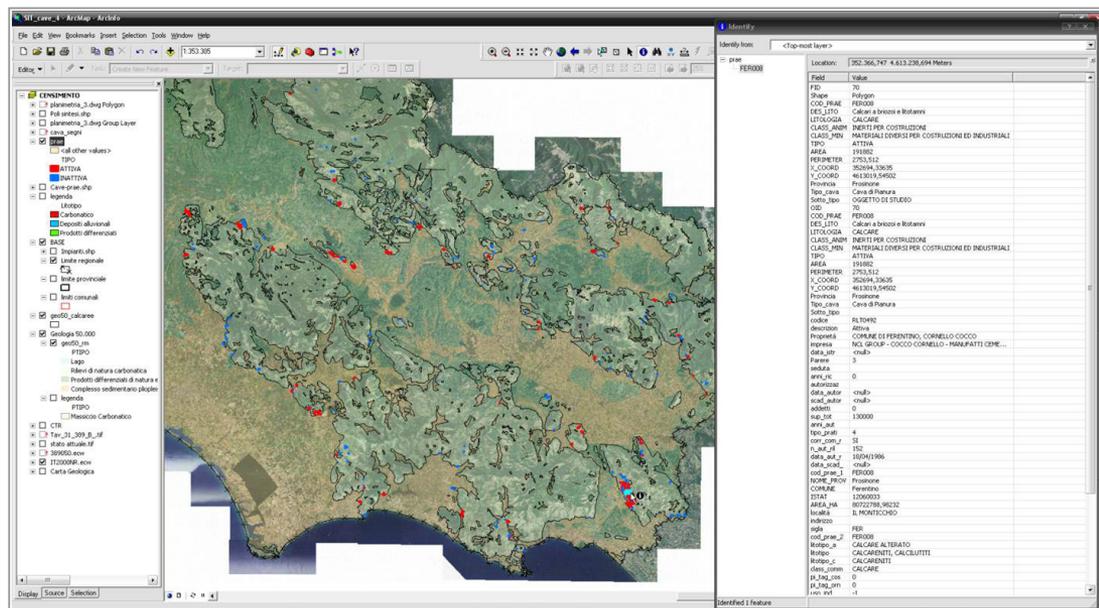


Figura 8  
Bacino minerario di Coreno Ausonio. La rappresentazione informativa, contenente gli aspetti fisici e normativi, dell'intero bacino con l'uso di un sistema informativo. Elaborazione grafica di M. Vallerotonda.

una distanza compresa tra i 3 e i 3,5 chilometri; alla individuazioni di restrizioni normative come quelle fornite dal PTPR, PTPG, PRAE e leggi nazionali vigenti [figura 8]. In questo particolare caso di studio il sistema è stato pensato per essere uno strumento di controllo dei processi di escavazione ma soprattutto di indirizzo nella progettazione degli interventi di recupero, fornendo, ad enti o tecnici, una lettura semplificata delle componenti in gioco ma anche dei livelli di criticità. Attraverso la Rappresentazione Informativa di questi ambiti territoriali molto vasti, chiaramente dinamici, si consente di gestire le continue trasformazioni a cui il paesaggio è sottoposto. Gli obiettivi futuri riguardano la possibilità di importare, mediante il processo di geolocalizzazione, il rilievo metrico strumentale di questi siti, eseguito, ad esempio, con una scansione laser, all'interno del sistema informativo precedentemente descritto, associando quindi

alla nuvola di punti, metricamente corretta, la banca dati realizzata<sup>18</sup>: in questo modo si avrà uno strumento in grado di fornire in maniera sistematica la globalità delle informazioni, dimensionali, materiche e alfanumeriche necessarie non soltanto per il controllo dei processi di escavazione ma soprattutto per la scelta dell'intervento di recupero paesaggistico più adeguato. In conclusione, la salvaguardia del paesaggio è fondamentale per uno sviluppo sostenibile. Le caratteristiche fisiche del territorio ma soprattutto l'opera incisiva dell'uomo aumenta il livello di vulnerabilità paesaggistica che deve essere "riconosciuto" per definire procedure in grado di ridurre il rischio. Attualmente i sistemi informativi producono una "Rappresentazione Informativa" che visualizza in modo dinamico e sintetico tutte la complessa gamma di variabili che interagiscono su qualsiasi ambito paesaggistico. I due casi di studio analizzati dimostrano come i sistemi

informativi rendano più agevole la gestione del territorio anche di realtà completamente differenti e particolarmente complesse come nel caso di un centro storico, in cui è fondamentale preservare le testimonianze del passato, oppure dell'ambiente, aggredito da attività antropiche incontrollate come quelle estrattive minerarie. La progettazione di questi sistemi, basata quindi su banche dati complete che consentono anche l'elaborazione dell'informazione collegata alla rappresentazione tridimensionale dell'oggetto di studio, può essere riapplicabile in casi analoghi: la struttura prevede, infatti, una procedura di analisi dal generale al particolare per il quale sono state comunque riconosciute le variabili comuni per ambiti territoriali omogenei. Esistono negli esiti di questi sistemi profonde differenze: la "Rappresentazione Informativa" per i centri storici prevede la possibilità di interfaccia WEB, e quindi di coinvolgimento della cittadinanza secondo la logica dell'*e-government*; nel caso dei siti estrattivi la Rappresentazione Informativa è stata pensata per un uso semi-pubblico poiché destinata alle Amministrazioni locali per il controllo delle attività e ai gestori dei siti, come ausilio per la scelta, ormai obbligatoria per legge, progettuale di recupero più adeguata.

## NOTE

1 Con il termine territorio si indica uno spazio fisico delimitato nel quale si trova insediata, vive ed opera una comunità umana o una comunità animale. Sul territorio l'uomo organizza l'esistenza dal punto di vista sociale, economico, religioso, politico: è un sistema complesso, articolato sull'intreccio di attività produttive agricole, industriali, terziarie etc., ma soprattutto è un sistema dinamico in continua evoluzione. La parola ambiente rappresenta genericamente un luogo che ospita l'esistenza di un organismo o di un sistema. Alla definizione complessiva di un ambiente concorrono sia gli elementi naturali, chimici, fisici o biologici che psicologici, filosofici e sociali. Questo termine, che nel suo significato etimologico rimanda a "ciò che circonda" e a "ciò che è circondato", e quindi alla biosfera, al paesaggio, alle piante, agli animali e agli esseri umani, rappresenta un ambito territoriale caratterizzato dal punto di vista naturalistico ed ecologico (risorse biotiche e abiotiche). Assume connotazioni differenti a seconda dei settori in cui è utilizzato. Ma in generale possiamo affermare che l'ambiente è tutto ciò con cui ognuno di noi è in relazione.

2 La Convenzione è stata stipulata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa.

3 In questo modo, la Convenzione intende coniugare i due orientamenti, così come si sono conformati nel tempo, sul significato del termine paesaggio, legati entrambi al ruolo assunto dall'uomo nel paesaggio stesso, ma la cui coesistenza ha frequentemente generato ambiguità operative. Il primo orientamento, di natura scientifico-ecologista, considera il paesaggio come l'enorme capacità dell'azione umana di modificare o turbare gli equilibri naturali. L'altro, seguendo la visione estetica o percettivista, considera l'uomo come attore ma soprattutto percettore e quindi attribuisce particolare importanza alla

percezione sensoriale attraverso la quale l'uomo si rapporta alla natura. Il paesaggio è quindi fortemente connesso al tema delle forme. In sintesi, la struttura peccettivista considera il paesaggio è la forma dell'ambiente. Ciò in quanto ne rappresenta l'aspetto visibile [Barrocchi R., Dizionario di urbanistica, Franco Angeli, Milano, Il ed. 1984].

4 Si parla di paesaggio naturale, come quella parte del territorio non antropizzata e per la quale le modifiche avvengono per eventi naturali; di paesaggio antropico che percepiamo continuamente nella sua repentina trasformazione, e riguarda gli ambiti in cui ci muoviamo, tendenzialmente le città, le aree industriali ma anche le aree agricole che, per mano dell'uomo, hanno comunque subito una razionalizzazione degli spazi per lo sfruttamento degli spazi; di paesaggio culturale, il cui significato intrinseco tende all'astrazione poiché è relativo alla cultura di un popolo che si materializza attraverso le opere territoriali e urbane e che consente la percezione del *genius loci*.

5 Nel 2001 il Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa, ha emanato la Raccomandazione 19 "Partecipazione dei cittadini alla vita pubblica a livello locale" che stabilisce l'importanza del principio dell' "e-government che individua concreti strumenti di cambiamento per migliorare tra gli Enti che operano sul territorio e il cittadino (individuale o collettivo)

6 Sono presenti numerosi fiumi i più importanti dei quali: Rapido, Rio Secco, Gari e Liri.

7 Importante reperto romano è senza dubbio l'acquedotto e i numerosi ponti di attraversamento del fiume Rapido.

8 La cinta muraria medioevale di Sant'Elia si snodava per circa mille metri attorno all'antico centro, formando quasi una figura trapezoidale. le mura di cinta, di circa un metro di spessore, erano fortificate da possenti pietre calcaree, squadrate e levigate, ben difese da quindici torrioni quadrangolari muniti di

almeno due feritoie.

9 Il rilievo è stato condotto con l'ausilio delle schede realizzate del gruppo Nazionale Difesa del Territorio.

10 Si tratta delle norme UNI-EN 933-1 e del Documento di Intesa tra Stato-Regioni ed Enti Locali per la realizzazione di Sistemi Informativi Geografici di interesse generale.

11 G. Accardo, La schedatura conservativa: esperienze dell'ICR in relazione alla Carta del Rischio, Direttore Laboratorio di Fisica e Controlli Ambientali dell'Istituto Centrale per il Restauro.

12 A ciascun dato è stato attribuito un coefficiente pesato in funzione di alcuni parametri, come ad esempio la localizzazione: se l'edificio è sito nel territorio comunale si attribuisce 1; se nel centro urbano si attribuisce 2; se nel centro storico si attribuisce 3, e così via. Le elaborazioni sono state condotte con un foglio di calcolo Excell collegato poi al sistema informativo.

13 Dalle cave si estraggono materiali vari da costruzione, leganti, compresi quelli per il cemento a composizione artificiale (calcare e scisto separati), quarzo, sabbie silicee, gesso, argille per laterizi, ecc., pietre da taglio ornamentali ecc..

14 Si tratta di realtà urbane caratterizzate dalla presenza di centri storici significativi, alcuni originati in epoca romana, altri di epoca medioevale e dalla presenza di antiche celle benedettine dell'Abbazia di Montecassino.

15 Per avere un'idea sull'entità del fenomeno basti pensare che dei 66 comuni ricadenti nell'intero complesso carbonatico del Lazio meridionale, il 91% presenta un numero di siti estrattivi variabile tra 1 e 6, l'8% un numero compreso tra 7 e 11, mentre nel solo comune di Coreno sono presenti ben 82 cave. Si tratta, nella maggior parte dei casi, di coltivazioni di versante, o a mezza costa.

16 Solo a partire dagli anni '70, con il trasferimento delle funzioni amministrative in materia di cave

dallo Stato alle Regioni, il problema della relazione tra cave e paesaggio comincia ad essere avvertito con maggiore sensibilità. Infatti, le leggi Regionali in materia di cave impongono criteri di gestione sensibili non solo alle esigenze produttive ma anche alla tutela ambientale. Tali leggi, ispirate dal principio guida di considerare l'estrazione mineraria tra le attività a maggiore impatto ambientale, mirano ad inquadrare la gestione dei siti come parte integrante dell'intera pianificazione territoriale: nasce quindi il Piano Regionale dell'Attività Estrattiva (PRAE), che si aggiunge agli altri strumenti urbanistici vigenti e la cui formulazione consente alle Regioni di definire, tra i numerosi obiettivi, anche il riassetto finale dell'area interessata dalla cava.

17 Questi aspetti sono stati strutturati in tabelle denominate: localizzazione; estremi amministrativi; dati tecnici; vincoli paesaggistici.

18 È chiaro che l'importazione della nuvola di punti all'interno di un sistema informativo comporti un elaborato post processing che prevede la pulizia dal rumore ma soprattutto un algoritmo in grado di ridurre la nuvola stessa con l'individuazione dei punti maggiormente significativi.

## BIBLIOGRAFIA

Pelliccio, Asunta (2011) I sistemi informativi per il "recupero sostenibile" dei siti estrattivi. L'esempio del bacino di

Coreno Ausonio, in Il Disegno delle trasformazioni, Atti del Convegno , Napoli.

Pelliccio, Assunta (2010) Sistemi Informativi per la Gestione e valorizzazione del Patrimonio Urbano. Dal SIT al SIA, in Brusaporci Stefano, a cura di, Sistemi integrati per la tutela e la valorizzazione del patrimonio architettonico e urbano, Gangemi Editore, Roma.

Vallerotonda, Mauro (2008/2009) I siti estrattivi nel basso Lazio. "Il "recupero sostenibile". Tesi di Laurea, Cassino

Serravalli, Alessandro (2011) Gis. Teorie e applicazioni, La Mandragora editrice, Imola

Maurelli, Patrick (2006) I Sistemi Informativi Territoriali (SIT) come contesti di rappresentazione e interazione, in Martone Maria, a cura di, La rappresentazione per la conoscenza dell'ambiente urbano e del territorio, Atti del Seminario, Edizioni Kappa, Latina

Verrecchia, Alessandro (2005/2006) Procedura di rilievo ed elaborazione dati inerenti il rischio sismico: il centro storico di S. Elia Fiumerapido, Tesi di Laurea, Cassino.

Aspinall, Richard J., (1991) GIS and landscape conservation. In Maguire, David, et al, Geographical Information Systems, Longman, Londra

Accardo, Giorgio (2000) La schedatura conservativa: esperienze dell'ICR in relazione alla Carta del Rischio, Atti del I Seminario Nazionale sulla Catalogazione-ICCD, Servizio Pubblicazioni ICCD, Roma

Barrocchi, Roberto (1984) Dizionario di urbanistica, Franco Angeli, Milano, Il ed.

Maguire, David, and Rhind, David W., (1999) Geographical Information Systems, John Wiley & Sons, New York, Il Volume