

L'analisi integrata di dati territoriali per la prevenzione e la tutela dei beni culturali e paesaggistici: il caso di studio di tre comuni abruzzesi*

Integrated Analysis of Spatial Data for Prevention and Safeguard of Cultural Heritage and Landscape: the Case Study of Three Municipalities of Abruzzo

SERENA CASTELLANI

Università degli Studi di Padova, serenacastellani83@gmail.com

Riassunto

Parlare di prevenzione e tutela dei beni culturali e paesaggistici significa tenere presente il concetto di paesaggio e di pianificazione del territorio. Affinché ci sia tutela, è necessario conoscere il territorio dal punto di vista geografico e geomorfologico nelle sue criticità e potenzialità. L'obiettivo della ricerca è di evidenziare l'importanza dell'analisi integrata delle caratteristiche del territorio al fine di rilevarne le criticità e i rischi in funzione preventiva e di salvaguardia attraverso l'utilizzo di dati vettoriali e raster.

L'analisi riguarda tre comuni collinari della provincia di Teramo in Abruzzo, Italia. Si presentano, inoltre, due casi di studio: uno sui calanchi di Montefino, come esempio di bene paesaggistico a rischio, mentre il secondo caso riguarda l'analisi multitemporale dei valori paesaggistici del comune di Bisenti. Le metodologie geomatiche sono utilizzate per un'analisi preliminare dell'area di studio: i dati cartografici del nPPR (nuovo Piano Paesaggistico Regionale) e le mappe della pericolosità e del rischio si sono sovrapposte a un'immagine satellitare ad alta risoluzione, mostrando un rischio per il patrimonio storico e paesaggistico.

L'analisi integrata si propone, quindi, come efficace strumento di monitoraggio per la conoscenza dello stato di conservazione del territorio a servizio delle amministrazioni locali che potrebbero intervenire sulle aree più a rischio secondo la logica della prevenzione e riduzione dei rischi (frane, alluvioni, terremoti).

Parole chiave

Analisi integrata, Beni culturali, GIS e Telerilevamento, Paesaggio, Prevenzione del rischio

Abstract

Focusing on prevention and protection of cultural heritage and landscapes means to keep in mind the concept of landscape and of territorial planning. In order to protect them, it is necessary to know criticisms and potentialities of the territory in terms of its geographical and geomorphological features. The aim of this research is to highlight the importance of an integrated analysis of territorial characteristics in order to detect the criticisms and the risks in function of prevention and safeguard by using vector and raster data.

The integrated analysis examines three hilly municipalities in the province of Teramo, Abruzzo, Italy. Two case studies are presented. One focuses on the badlands of Montefino, as example of landscape at risk, while the other case focuses on a multitemporal analysis of landscape values in the Municipality of Bisenti. Geomatics methodologies are employed for a preliminary analysis of the study area. Cartographic data of the nRPL (New Regional Landscape Plan) and hazard and risk maps overlap a high-resolution satellite image, reporting risks for the historical and landscape heritage.

The integrated analysis is therefore proposed as an effective monitoring tool for improving knowledge on the conservation status of the territory, to be used by local governments to promote safeguard and risk reduction (landslides, floods, earthquakes) that could attend in the most risky areas.

Keywords

Integrated Analysis, Cultural Heritage, GIS & Remote Sensing, Landscape, Risk Prevention

* Questo contributo è frutto di un lavoro di rielaborazione e sintesi della mia tesi di laurea magistrale in Sistemi di Elaborazione dell'Informazione Geografica presso l'Università di Bologna in collaborazione con l'Unità Tecnica Ingegneria Sismica (UTSISM) dell'ENEA di Bologna. Si coglie l'occasione per ringraziare il prof. F. Immordino e l'arch. E. Candigliota per l'esperienza formativa di tirocinio svolta presso l'ENEA.

1. Introduzione

Parlare di prevenzione e salvaguardia dei beni culturali e paesaggistici significa tenere ben presente il concetto di paesaggio, il quale si pone, dalla seconda metà del '900, in termini di "progetto", ossia di pianificazione, gestione, recupero e sviluppo di territori.

Affinché il patrimonio storico e paesaggistico venga tutelato, è necessario conoscere il territorio sia da un punto di vista geografico che geomorfologico nelle sue criticità e potenzialità. Solo attraverso un approccio di questo tipo, che consideri il territorio nella sua totalità e complessità, si può pensare a una sua "corretta" pianificazione, gestione e sviluppo.

La ricerca geografica, in questa prospettiva, può dare il suo contributo avvalendosi non solo di studi di terreno, ma anche di tecniche e strumenti avanzati come, in questo caso, l'utilizzo del GIS e del Telerilevamento. In questo modo è possibile analizzare le caratteristiche del territorio rintracciando le criticità e i rischi, attraverso l'analisi cartografica e delle immagini telerilevate, in funzione preventiva e di salvaguardia.

La metodologia di lavoro qui indicata è stata applicata a tre comuni abruzzesi – Bisenti, Castiglione Messer Raimondo e Montefino (provincia di Teramo) – ed è articolata come segue: in una prima fase, si sono reperiti dati vettoriali di alcuni database (Corine Land Cover 2006, PAI, PSDA e nPPR¹) e dati raster (immagini satellitare GeoEye-1 e fotogrammi aerei dell'Istituto Geografico Militare – IGM – e della Regione Abruzzo). In una seconda fase, si è proceduto alla sovrapposizione e interrogazione di queste informazioni in ambiente GIS. Nello specifico, per il caso di studio del comune di Montefino, la ricerca si concentra sulle morfologie calanchive, quale esempio di valore paesaggistico da tutelare. Nel caso del comune di Bisenti, il lavoro riguarda invece, da un lato, l'analisi multitemporale (dal 1954 al 2011) dei valori paesaggistici identificati dal nPPR e, dall'altro, la somministrazione di questionari alla popo-

1 Il PAI è il "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro - Fenomeni gravitativi e processi erosivi"; il PSDA è il "Piano Stralcio di Difesa contro le Alluvioni", mentre, il nPPR è il "nuovo Piano Paesaggistico Regionale" della Regione Abruzzo.

lazione locale, con lo scopo di comprendere la percezione che gli abitanti hanno del territorio in cui vivono e acquisire informazioni difficilmente ottenibili dalla cartografia (come ad es. la memoria storica, la percezione di insicurezza ecc.).

Il seguente contributo tenta di rispondere ad alcune domande di ricerca: se l'analisi integrata può rappresentare un valido strumento per la tutela dei beni culturali e paesaggistici, se il ricorso a essa può essere utile a prevenire la perdita dei valori storico-architettonici e paesaggistici appartenenti alle comunità locali; e, infine, se conoscere la percezione che la popolazione ha del suo territorio è importante per attuare una pianificazione attenta e consapevole.

2. Dati raster e vettoriali per l'analisi dei rischi dell'area di studio

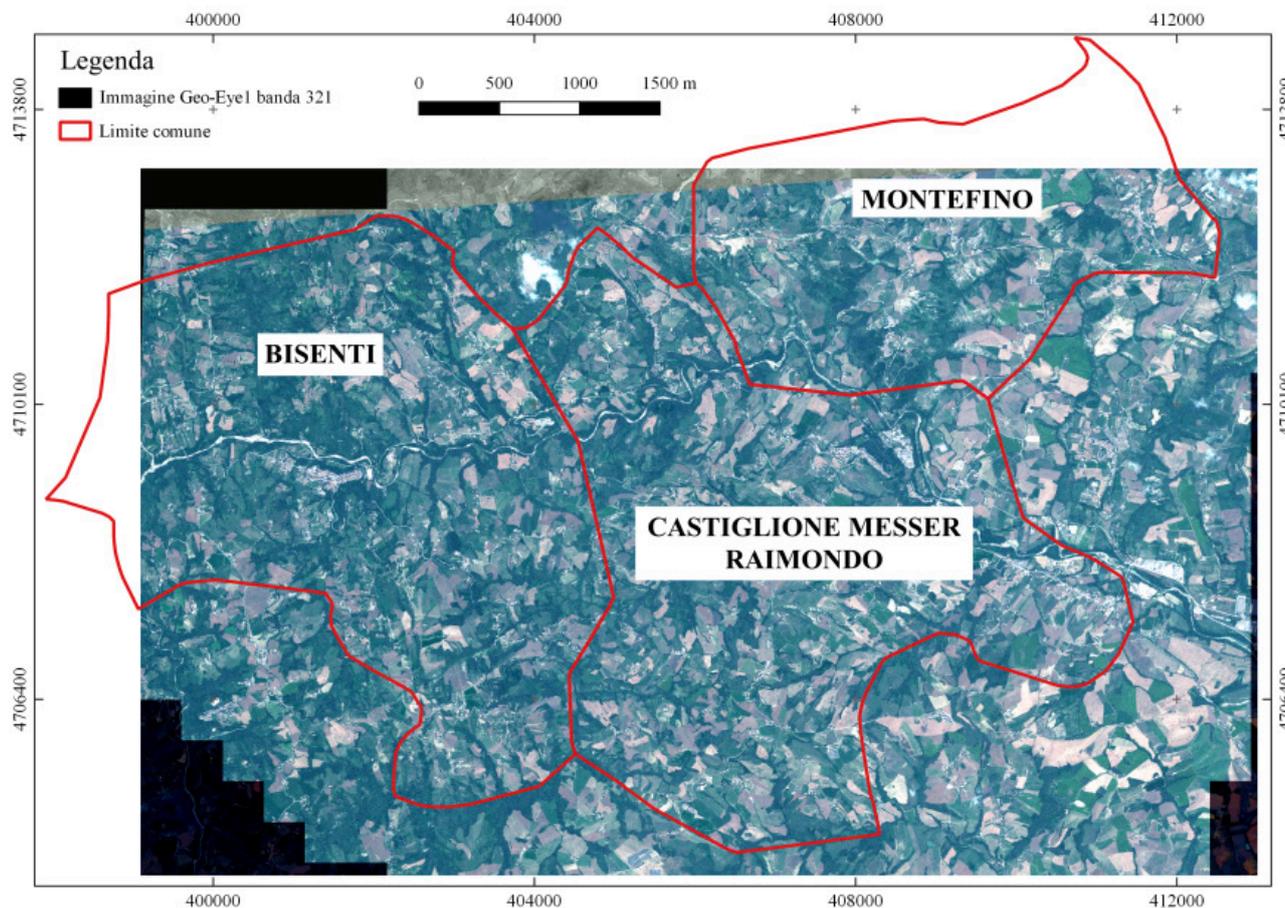
Per quanto concerne i dati raster, è stata utilizzata un'immagine satellitare ad alta risoluzione ripresa dal sensore GeoEye-1 (Figura 1) e acquisita il 4 Luglio del 2011, con copertura nuvolosa del 6%². La tecnica impiegata a questo fine, nell'immagine GeoEye-1, è quella della fusione dati, detta *pan-sharpening*, grazie alla quale si ottiene un *image sharpening* ancora più dettagliata che, nella fase di fotointerpretazione, permette di migliorare la leggibilità dell'immagine satellitare (Dainelli, 2011) e di eseguire un'ottima analisi della copertura del suolo (delle specifiche tecniche dei fotogrammi aerei dell'IGM e della Regione Abruzzo, si dirà nel caso di studio su Bisenti nel paragrafo 6).

Per quanto riguarda i dati vettoriali, si è attinto da diverse fonti:

- Il Corine Land Cover 2006 (CLC06) concerne le informazioni sulle caratteristiche di copertura e uso del territorio con finalità di tutela ambientale.
- Il PAI (Regione Abruzzo, 2008a), realizzato dall'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo

2 Si ringrazia e-GEOS, la società di co-proprietà dell'Agenzia Spaziale Italiana e di Telespazio, per aver gentilmente concesso l'utilizzo di questa immagine per ragioni di studio.

FIGURA 1 – Localizzazione dell'area di studio rispetto all'immagine GeoEye-1 visualizzata nella banda 321



e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro per conto della Regione Abruzzo, rappresenta uno strumento di gestione del territorio compatibile con le sue dinamiche naturali e ha l'obiettivo di difesa del suolo e di sviluppo sostenibile. Insieme alla stesura del Piano Stralcio, si sono realizzate tre tipologie di carte: la *Carta della Pericolosità* che fornisce una distribuzione territoriale delle aree esposte a processi di dinamica geomorfologica ordinate secondo classi a gravosità crescente da P1 a P4; la *Carta delle Aree a Rischio* che individua quattro classi di rischio, a gravosità crescente, che vanno da R1 a R4, cioè da rischio moderato (R1), a rischio molto elevato (R4); infine, la *Carta Geomorfologica* che dà informazioni sulle morfologie e i vari dissesti presenti (fenomeni gravitativi o processi erosivi).

- Il PSDA (Regione Abruzzo, 2008b), riguardante i bacini idrografici di rilievo regionale, è uno strumento utile per la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale e consente, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali. A ciò si aggiunge la finalità di individuare le aree a rischio alluvione per le quali proporre azioni mirate alla tutela del territorio. Il PSDA, inoltre, contiene sia una *Carta della Pericolosità* che una *Carta delle Aree a Rischio* dei bacini idrografici della Regione Abruzzo.
- Il nPPR, ancora in fase di redazione, propone la ricognizione di tutta la regione con lo scopo di de-

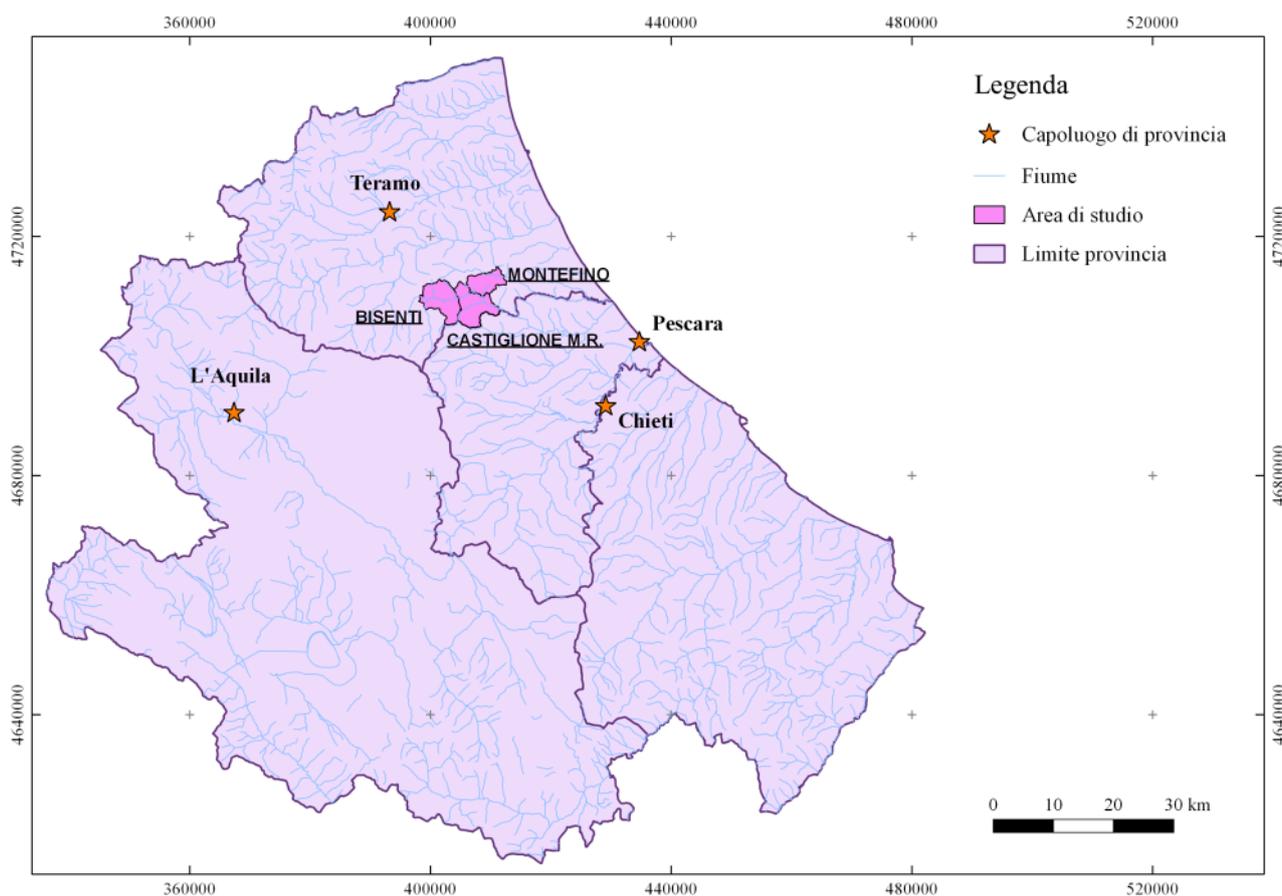
finire i valori paesaggistici da tutelare, recuperare e valorizzare. Il nPPR è dato da un sistema di “conoscenze condivise”, poste alla base della pianificazione e programmazione, che si compone di cinque serie cartografiche: la *Carta dell'Armatura Urbana e Territoriale* e la *Carta dei Vincoli* descrivono le componenti territoriali e vincolistiche; la *Carta dei Valori*, la *Carta dei Rischi* e la *Carta del Degrado, dell'Abbandono e delle Fratture* delineano le componenti ambientali e paesaggistiche.

I dati vettoriali combinati a quelli raster consentono di effettuare un'analisi integrata in ambiente GIS³.

3. Inquadramento geografico e geomorfologico dell'area di studio

I tre comuni collinari di Bisenti, Castiglione Messer Raimondo e Montefino, esaminati in questa sede, sono situati sulla fascia periadriatica. Insieme all'area pedemontana, fungono da raccordo tra i rilievi appenninici del massiccio del Gran Sasso e dei Monti della Laga (a Sud-Ovest) e la costa adriatica (a Est), come mostra la Figura 2. La fascia periadriatica si colloca, rispetto a quella pedemontana, più a Est verso il mare Adriatico e viene chiamata anche “collina interna” (Pugliese, 1986,

FIGURA 2 – Localizzazione dei tre comuni teramani oggetto di studio



³ Il software GIS utilizzato per questo studio è il programma open source QGIS.

p. 287). Il paesaggio di quest'area si caratterizza per l'alternarsi delle dorsali collinari, lievemente acclivi, con le valli fluviali modellate su terreni argilloso-marnosi e argilloso-sabbiosi del periodo Plio-pleistocene (Adamoli, 1998). La morfologia di questo territorio risulta determinata anche dall'erosione dei corsi d'acqua, che hanno dato origine alle suddette valli fluviali.

Dal punto di vista insediativo, i centri di Bisenti, Castiglione M.R. e Montefino risalgono al periodo medievale e sono accentrati rispetto al resto del territorio che è punteggiato da piccoli insediamenti sparsi. Questi tre comuni – insieme a quelli di Atri, Castilenti e Arsitola – fanno parte della Valle del Fino; la valle prende il nome dal fiume che l'attraversa, per una lunghezza di circa 49 km, con un alveo irregolare fiancheggiato da sponde altissime nella parte montuosa fino a Castiglione M.R. Si tratta di una delle zone della provincia di Teramo più ricche di tradizioni, sia al livello storico-culturale che paesaggistico (Pignatti, 1994).

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, la fascia collinare della provincia di Teramo è un territorio giovane, di recente formazione, e ciò comporta diffusi fenomeni franosi di diversa tipologia ed estensione. La zona è interessata anche da un elevato livello di sismicità: il comune di Bisenti, principalmente il centro storico, ha subito importanti danni in seguito al terremoto dell'Aquila del 2009. È per le suddette ragioni che si è ritenuto di indagare questa zona: i fattori geologici e geomorfologici lo rendono più fragile e soggetto a più rischi, idrogeologici e sismici.

Nell'area di studio, attraverso un'operazione di *geoprocessing*, si è proceduto all'intersezione dei dati vettoriali sulla pericolosità frane, calanchi e orli di scarpata, ricavati dalla *Carta della Pericolosità* del PAI,

con quelli dell'uso del suolo, individuato dal CLC06. Il risultato di tale operazione si riporta nella carta in alto della Figura 3, nella quale si evidenzia un territorio molto instabile e fortemente soggetto a fenomeni di dissesto e si evidenziano anche i suoli interessati dalle frane e, quindi, le aree soggette a maggior rischio. La gran parte delle frane si localizza sulle “colture estensive” (livello 2112, poligoni gialli), sui “sistemi colturali e particellari complessi” (livello 242, poligoni rosa), sulle “aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali con vegetazione arborea e arbustiva” (livello 243, poligoni viola) e su quelle boschive (livelli 3112, 3116 e 3117, poligoni a varie tonalità di verde).

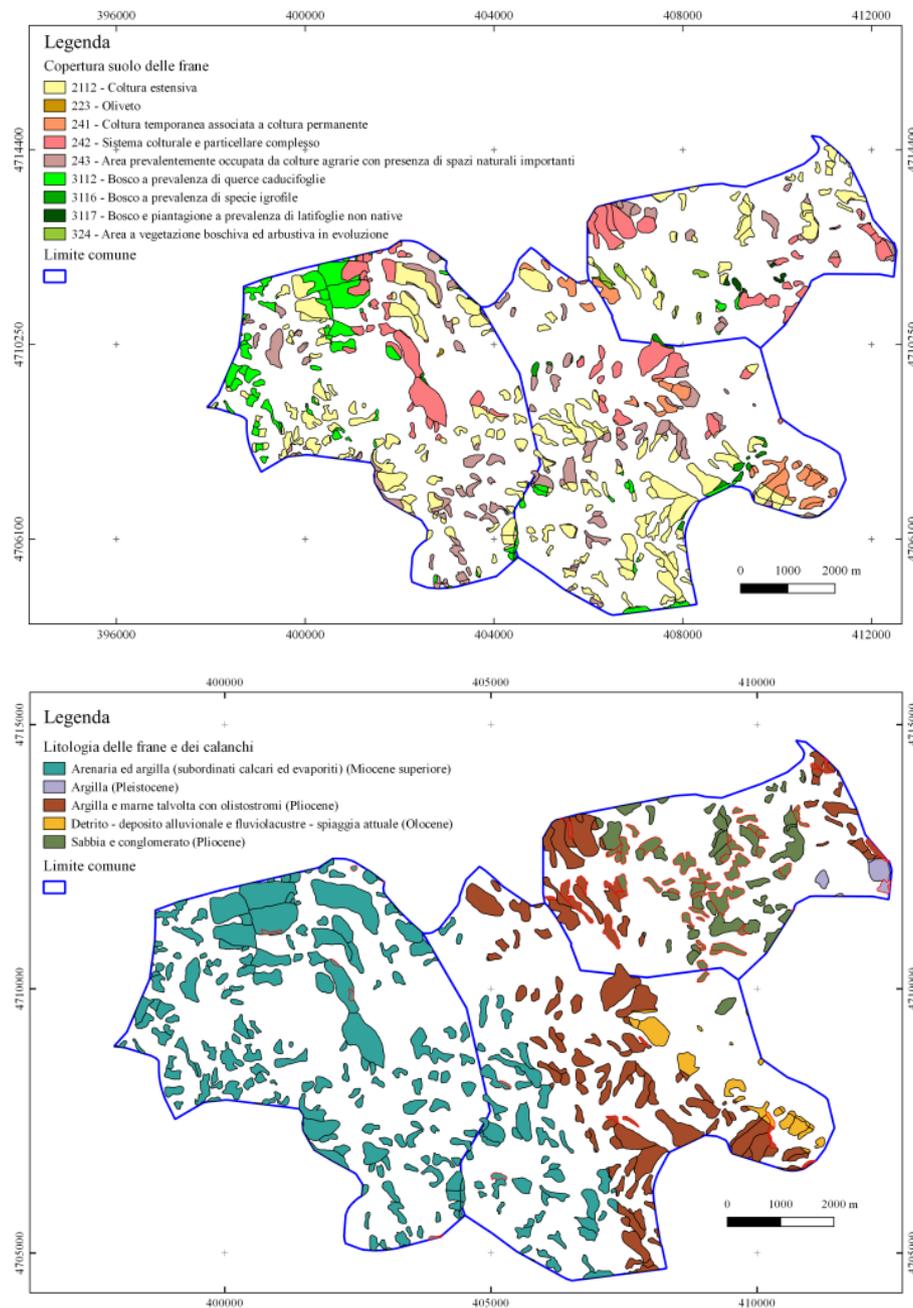
La carta in basso della Figura 3, al contrario, mostra il risultato di un'altra operazione di “intersezione”, questa volta tra il dato della pericolosità frane, calanchi e orli di scarpata del PAI e quello della litologia. Come si rileva, il contesto geologico sul quale poggiano la maggior parte delle frane e dei calanchi è quello dei sedimenti pelitico-arenacei (poligoni azzurri, marroni e verdi), tanto che l'area di studio ricade sulla cosiddetta *Formazione della Laga*.

La *Carta delle Aree a Rischio* del PAI, nei tre comuni teramani, mostra una preponderanza di aree a rischio moderato (R1) con piccoli tratti rappresentati dalle tipologie a rischio medio (R2) ed elevato (R3). Le aree a rischio molto elevato (R4) sono quattro, di cui tre situate nel comune di Castiglione M.R. (due interessano il suo centro urbano e una il centro storico della frazione di Appignano) e una insiste sull'abitato medievale di Montefino. Per gli elementi a rischio R4, la Regione Abruzzo prevede finanziamenti per opere di consolidamento, risanamento e messa in sicurezza (Tabella 1).

TABELLA 1 – Le aree a rischio molto elevato (R4) risultanti dall'intersezione della pericolosità frane (tipo di frana) con gli agglomerati urbani (elemento a rischio)

ELEMENTO A RISCHIO	COMUNE	TIPO DI FRANA
Agglomerati urbani	Castiglione M. R.	Versante interessato da deformazioni superficiali lente
Agglomerati urbani	Castiglione M. R.	Corpo di frana di colamento
Agglomerati urbani	Castiglione M. R.	Corpo di frana di scorrimento rotazionale
Agglomerati urbani	Montefino	Corpo di frana di crollo e ribaltamento

FIGURA 3 – Intersezione del dato della pericolosità frane con il CLC06 (in alto) e con la litologia (in basso)



Per ciò che concerne il PSDA, nel territorio oggetto di studio, si è realizzata un'analisi della pericolosità e del rischio alluvioni per il tratto del fiume Fino e si è provveduto a reperire, presso l'ufficio preposto alla Sicurezza Idraulica della Regione Abruzzo, i progetti di intervento a lungo termine per la mitigazione del rischio, realizzati

negli anni 2000. È emerso che si tratta, principalmente, di sistemazioni idrauliche con interventi di posizionamento di gabbionate in aree a pericolosità elevata P3 e a rischio moderato R1. Solo una gabbionata è stata posizionata tra una zona a rischio moderato R1 e una a rischio elevato R3, nel comune di Castiglione M.R.

4. La salvaguardia del patrimonio storico e paesaggistico dell'area di studio

Quando si parla della salvaguardia del patrimonio, sia esso storico-culturale che paesaggistico, è necessario fare riferimento al D.lgs. 22 gennaio 2004 n. 42 “Codice dei beni culturali e del paesaggio”, in parte modificato dai D.lgs. 62 e 63 del 2008 e aggiornato dai D.lgs. 2 e 90 del 2016. Il Codice (2004) considera beni culturali le cose immobili e mobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico ecc.; intende, invece, beni paesaggistici gli immobili e le aree costituenti dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio. L'art. 135 del Codice prevede che le regioni assicurino la tutela e la valorizzazione del paesaggio tramite l'approvazione dei piani paesistici, i quali «con riferimento al territorio considerato, ne riconoscono gli aspetti e i caratteri peculiari nonché le caratteristiche paesaggistiche [e ne] definiscono apposite prescrizioni e previsioni» (Codice dei beni culturali e del paesaggio, op. cit.). Nel 2010, la Regione Abruzzo inizia a lavorare alla stesura del nPPR e l'analisi viene integrata e aggiornata con studi precedentemente realizzati.

Di seguito, si illustrano le cartografie più rappresentative, nelle quali i dati vettoriali del nPPR sono sovrapposti all'immagine satellitare GeoEye-1 – nella combinazione di bande spettrali 321 a colori naturali –, al limite del comune e alle informazioni sullo stato delle frane del PAI. I dati del nPPR concernono aree vincolate, valori storici e paesaggistici⁴, uso del territorio e fenomeni di degrado e abbandono.

4.1. Il comune di Bisenti

Nel caso del comune di Bisenti, la Figura 4 rappresenta i valori storico-artistici e monumentali, quali opere fortificate e beni storici considerati di alto valore. L'unica opera fortificata (pentagono fucsia) si trova nel centro storico del paese, come riportato dalla *Carta Regionale delle Opere fortificate* risalente al 1986, che la inserisce

⁴ Il nPPR, riferendosi ai valori, identifica gli elementi puntuali, lineari o areali che qualificano quelle parti di territorio, caratterizzate da particolari specifiche qualità ambientali, paesaggistiche, storiche, artistiche, archeologiche ecc., le quali, singolarmente o nel loro insieme, contribuiscono alla definizione dell'identità regionale.

nella categoria “borgo fortificato parzialmente integrato, torre ruderi”: si tratta della Torre medievale risalente al XIII sec. Per quanto riguarda i beni storici (cerchio verde), la Regione Abruzzo non fornisce nel dettaglio di quale tipologia si tratti, ma a Ovest della carta se ne può osservare uno che poggia su un corpo di frana di scorrimento rotazionale quiescente con una pericolosità elevata P2.

Inoltre, il nPPR identifica come bene storico anche i centri storici, in quanto costituiscono la traccia del passato di una comunità e come tali vanno conservati, tutelati e valorizzati. Ciò significa che andrebbe verificata la loro vulnerabilità, in relazione ai rischi ai quali sono o potrebbero essere sottoposti (rischio sismico, idrogeologico ecc.), alla tipologia di terreno sul quale poggiano e, dunque, capire se gli edifici siano stati edificati su scarpate o corpi di frane. Nel caso del centro abitato di Bisenti, non ci sono corpi di frane che insistono sull'abitato, ma orli di scarpata quiescenti; dal punto di vista del rischio sismico si evidenzia, bensì, che alcuni edifici antichi hanno riportato rilevanti danni in seguito al terremoto dell'Aquila del 2009, avvenuto a circa 40 km di distanza.

4.2. Il comune di Castiglione Messer Raimondo

Come mostra la Figura 5, il territorio comunale di Castiglione M.R. ha degli elementi di interesse archeologico sottoposti a vincolo, oltre che opere fortificate e beni storici. Questi elementi (rombo giallo) sono regolamentati dall'art. 142 del Codice dei beni culturali, quali aree tutelate dalla legge per il loro valore paesaggistico. In questo caso, si tratta di due “centri abitati”, una “necropoli”, un “manufatto isolato” (villa o santuario) e una “presenza isolata”. Le opere fortificate, invece, sono due e si riferiscono a un “borgo fortificato parzialmente integrato” (centro storico di Castiglione M.R.) e un “castello parzialmente integrato” nella frazione di Appignano risalente al periodo medievale.

La sovrapposizione degli elementi di interesse archeologico al dato vettoriale sullo stato delle frane evidenzia che solo il centro abitato di Appignano (in alto a sinistra nella Figura 5) si trova su un versante interessato da deformazioni superficiali lente di tipo attivo (poligono arancione) con una pericolosità molto elevata P3 e un rischio moderato R1. Solo due beni storici si

FIGURA 4 – I valori storici e monumentali e lo stato di attività delle frane di Bisenti

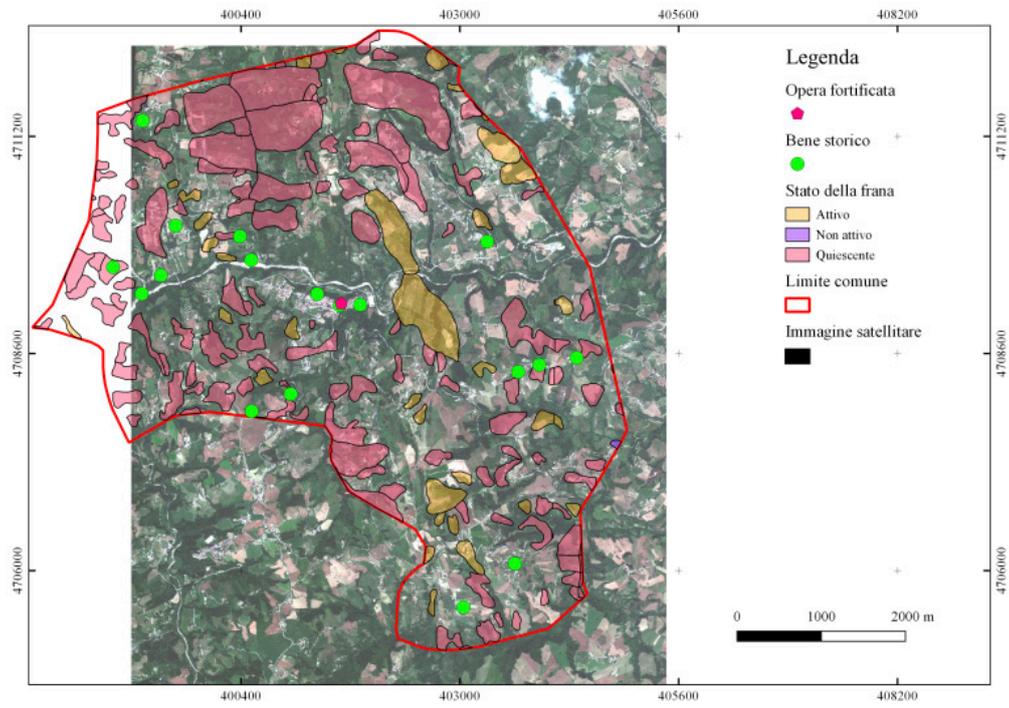


FIGURA 5 – I valori storici, archeologici e monumentali e lo stato di attività delle frane di Castiglione M.R.

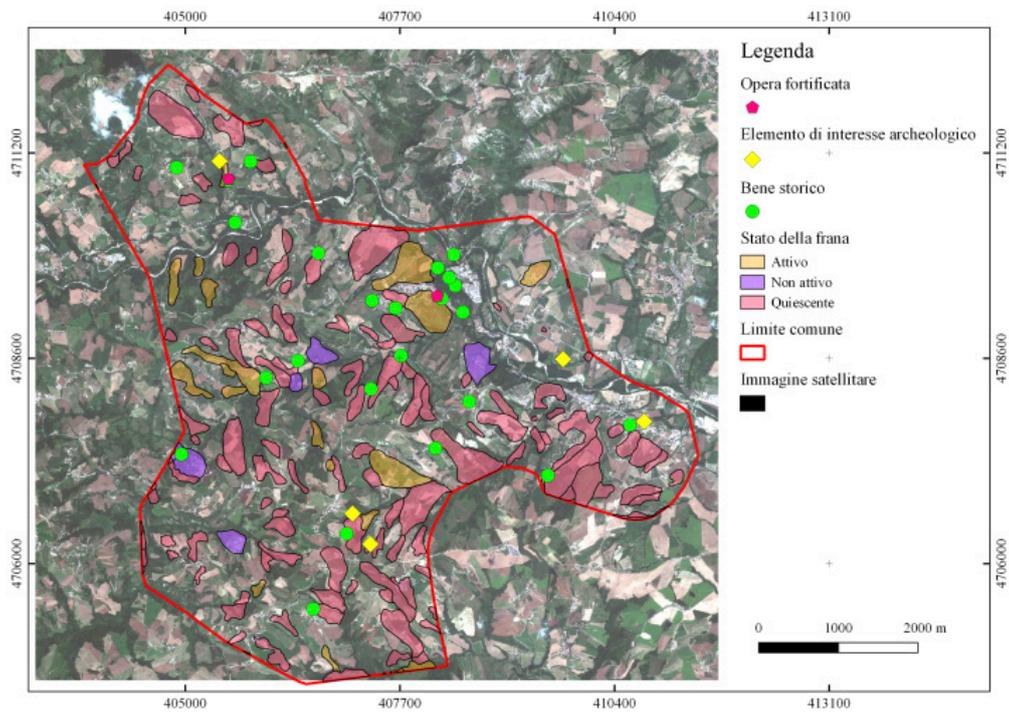
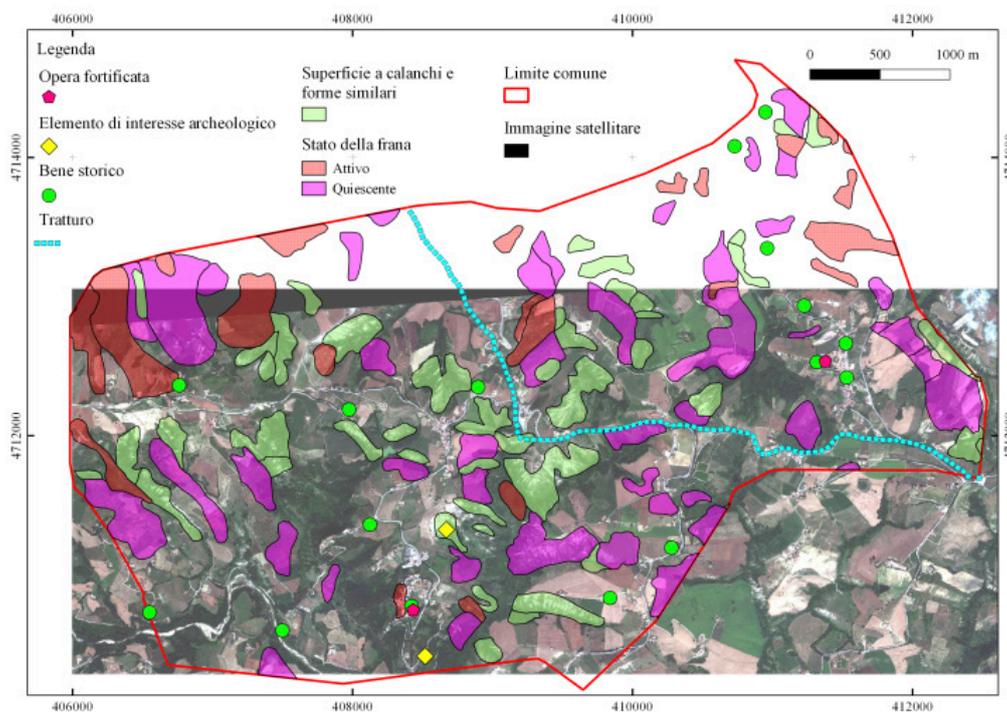


FIGURA 6 – I valori storici, archeologici e monumentali e lo stato di attività di frane e calanchi di Montefino



trovano su due frane, una non attiva e una quiescente, di pericolosità P2 e rischio R1. La sovrapposizione delle due opere fortificate al dato delle frane rileva che una si riferisce al “borgo fortificato parzialmente integrato” di Castiglione M.R., il quale poggia su un corpo di frana di colamento attivo con pericolosità molto elevata P3 e un rischio molto elevato R4; l'altra si riferisce al “castello parzialmente integrato” di Appignano, sulla quale insiste un versante interessato da deformazioni superficiali lente attivo con pericolosità P3 e rischio R1. Da tale analisi, si deduce che i valori storici e monumentali che si trovino sopra o sui quali insistano corpi di frana andrebbero costantemente monitorati e salvaguardati dagli Enti preposti (Comune e Regione *in primis*).

4.3. Il comune di Montefino

Nel caso di Montefino, come dimostra la Figura 6, intersecando gli elementi di interesse archeologico, i beni

storici e i tratturi con i poligoni delle frane e dei calanchi, emerge che i primi, presenti in quest'area, sono due e riguardano la tipologia “centro abitato”; uno dei due elementi ricade su una formazione calanchiva attiva con una pericolosità elevata. Il tratturo, anch'esso vincolato, non cade su nessun corpo di frana o calanco, ma solo in prossimità di questi. Mentre, i beni storici (cerchio verde) e le opere fortificate (pentagono fucsia) – classificate come “castello parzialmente integrato” e “castello traccia storica” – non ricadono su nessun corpo di frana o area calanchiva.

Su Montefino, piuttosto, sarebbe opportuno realizzare studi di vulnerabilità dell'edificato per conservare il bene materiale e il suo valore identitario, soprattutto se si considera che una frana attiva interessa la parte Ovest del crinale sul quale sorge il centro storico.

5. I valori paesaggistici: il caso dei calanchi di Montefino

I calanchi sono vistosi fenomeni geomorfologici di erosione accelerata che sorgono su suoli di tipo argilloso tipici del clima mediterraneo. In letteratura, lo studio delle morfologie calanchive si affronta da diversi punti di vista: geologico, geomorfologico e geografico (D'Alessandro, 2004; Castiglioni, 1979; Farabegoli, Agostini, 2000). I fattori che danno vita a queste dinamiche sono vari: geologici, strutturali, climatici ed antropici. Le formazioni calanchive presentano caratteristiche differenti a seconda che si tratti di calanchi di tipo A con sottilissime creste "a lama di coltello" (Tammaro, 1998), B con fondo concavo e dispiuvi non molto affilati (Ricci, De Sanctis, 2004), C con pareti sub-verticali e creste affilate chiamate *canyon*.

Il paesaggio calanchivo è complessivamente fragile, tanto che nell'Atlante Nazionale delle Aree a Rischio di Desertificazione, i calanchi sono considerati come aree sterili a causa dei versanti denudati e non coltivati, quindi aree vulnerabili o sensibili a processi di forte degradazione del suolo (Costantini *et al.*, 2007, pp. 14-15), ai quali contribuisce anche il degrado della copertura vegetale, soprattutto quella mediterranea (Iannetta, 2006). I calanchi, presenti in Emilia-Romagna, Toscana (Phillips, 1998a), Abruzzo, Basilicata (Clark, Rendell, 2006) e Sicilia, dagli anni 90 iniziano a essere percepiti dalle amministrazioni locali come un patrimonio culturale con un alto valore paesaggistico che, data la sua vulnerabilità, va salvaguardato (Phillips, 1998b). Ciò significa che sono percepiti come elementi culturali, ambientali ed ecologici all'interno di un paesaggio agrario, come fenomeni erosivi caratteristici e affascinanti, segno peculiare dell'ambiente nel quale nascono e si sviluppano. Solo se la comunità locale riesce a percepire il valore culturale e ambientale di questo paesaggio si può pensare di arrestare la progressione verso un ambiente uniforme privo di carattere. L'aggravarsi di questo fenomeno è dovuto essenzialmente alle pratiche di disboscamento e a quelle agricole che lasciano il terreno esposto all'azione della pioggia. Con la sistemazione e il terrazzamento dei pendii, con l'incanalamento delle acque di ruscellamento e con le tecniche di ingegneria naturalistica, è possibile diminuire il dilavamento e mantenerlo entro limiti tollerabili.

Nell'area oggetto di studio, il comune di Montefino è quello che presenta il maggior numero di formazioni calanchive e ciò dipende dal fatto che questo territorio possiede le caratteristiche geomorfologiche, litologiche e climatiche favorevoli alla morfogenesi calanchiva. La presenza di versanti argillosi, con accentuata acclività e privi di vegetazione, costituisce una condizione indispensabile per l'impostazione dei calanchi. L'Autorità di Bacino, analizzando il numero dei siti dissestati nella Regione Abruzzo, rileva che Montefino rientra nella fascia medio-alta dei comuni, nei quali sono presenti dai 101 ai 200 dissesti (Cavaglia *et al.*, 2009; Regione Abruzzo, 2005).

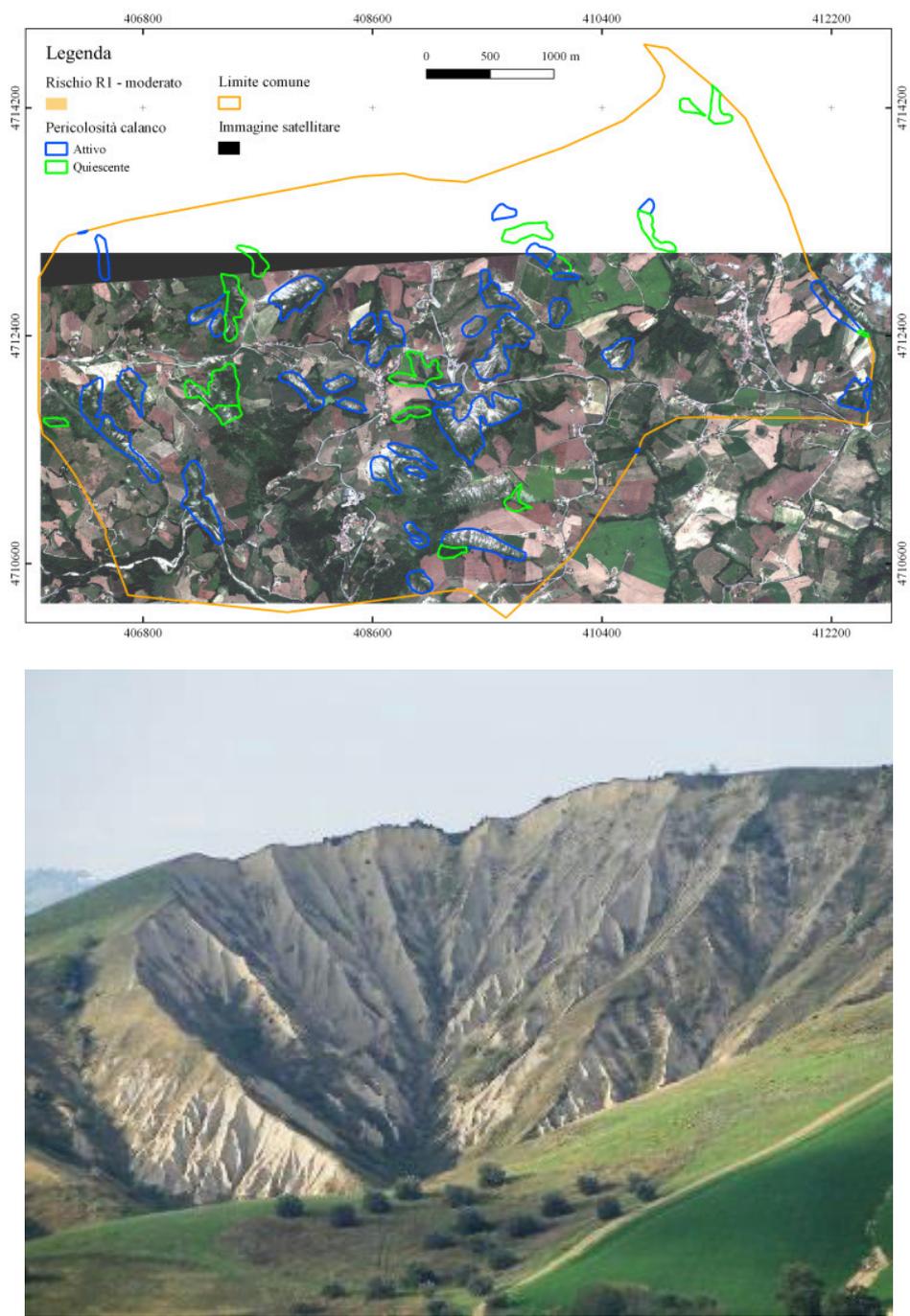
La Figura 7 rappresenta, in alto, una carta dell'immagine satellitare GeoEye-1 del comune di Montefino, alla quale si sovrappone il limite comunale, i poligoni dei calanchi attivi (contorno blu) e quiescenti (contorno verde) e il dato sul rischio calanchi; in basso, un'immagine di una formazione calanchiva tra le più suggestive del paesaggio di Montefino. Le morfologie calanchive, rappresentate nella Figura 7, hanno una pericolosità molto elevata P3, ma un rischio moderato R1; dunque, i danni sociali ed economici risultano marginali. In ogni caso, i fenomeni calanchivi vanno monitorati e tenuti sotto controllo affinché venga salvaguardata la loro particolare bellezza paesaggistica.

Dalla carta in alto, si può notare anche come tutti i calanchi siano esposti sui quadranti meridionali, a Sud, quindi verso l'irraggiamento solare. I versanti esposti a Sud favoriscono, rispetto agli altri, l'erosione anche da un punto di vista climatico: sono meglio esposti al sole e, di conseguenza, le argille risentono molto di più degli effetti dell'escursione termica stagionale subendo, così, un maggiore disseccamento in estate e una consistente asportazione di particelle durante la stagione piovosa. Trattandosi, per lo più, di fenomeni erosivi attivi, è indispensabile analizzare i loro mutamenti nel tempo, anche con il fine di monitorare il fenomeno quale conseguenza dei dissesti dei versanti che possono mettere a repentaglio la sicurezza sia delle abitazioni che delle strade. Inoltre, nell'immagine satellitare queste forme di erosione sono facilmente riconoscibili, poiché sono rappresentate da rade e discontinue chiazze vegetate sparse in mezzo a zone prevalentemente rocciose o di suolo nudo con tonalità chiare e colori tendenti al bianco/grigio.

Il nPPR considera i calanchi come aree di alto valore geobotanico, in cui sono presenti emergenze floristiche e vegetazioni rare; ciò significa che hanno una forte rilevanza paesaggistica, data dalla loro suggestività e dal

fatto che sono un elemento identificativo del territorio di Montefino. Pertanto queste caratteristiche, sia geobotaniche sia paesaggistiche, meritano di essere tutelate e valorizzate.

FIGURA 7 – Lo stato di attività dei calanchi (in alto) e un esempio di formazione calanchiva caratterizzante il paesaggio di Montefino (in basso)



6. Analisi multitemporale dei valori paesaggistici nel comune di Bisenti

Per il comune di Bisenti, si è effettuata un'analisi multitemporale dei valori identificati dal nPPR, dunque dei dati puntuali e areali considerati di pregio. Le immagini aeree acquisite, non essendo ad alta risoluzione, non permettono di verificare i cambiamenti dei valori puntuali, vale a dire i beni storici. Per questa ragione, lo studio si concentra solo sui valori areali paesaggistici e, più precisamente, quelli vegetazionali, con particolare riguardo ai “boschi residuali della fascia collinare”, tralasciando i “calanchi”. L'analisi multitemporale è possibile grazie all'acquisto di due fotogrammi aerei dei voli del 1954 e del 1995 dall'IGM⁵ e all'acquisizione di quattro fotogrammi del volo del 1974, dall'ufficio cartografico della Regione Abruzzo (Figura 8)⁶. Mediante l'utilizzo dell'immagine satellitare GeoEye-1 visualizzata nella banda pancromatica (in toni di grigio), si può eseguire l'analisi multitemporale per un arco di tempo di sessant'anni, dal 1954 al 2011. Tutti i fotogrammi sono stati georeferenziati con il software QGIS⁷, ma due dei quattro fotogrammi acquisiti dalla Regione sono stati sottoposti, nel programma di processamento immagini ENVI, all'operazione del *mosaicking*.

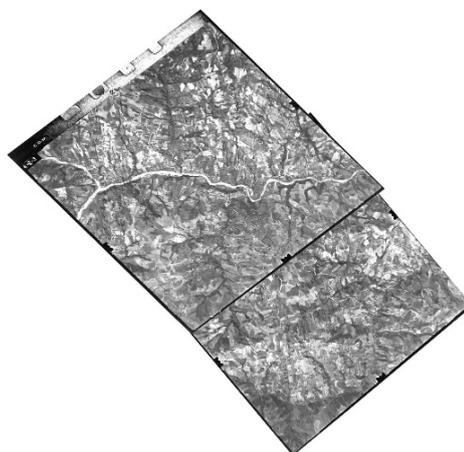
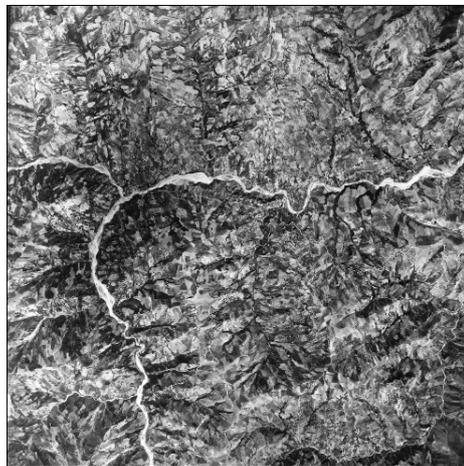
Sui fotogrammi e sull'immagine satellitare GeoEye-1, si è sovrapposto il dato vettoriale del valore vegetazionale che riguarda i “boschi residuali della fascia collinare”; successivamente, si sono eseguite delle zoomate uguali per tutte e quattro le immagini con lo scopo di verificare i cambiamenti dei valori paesaggistici. Infatti, nella Figura 9, si rappresenta il valore vegetazionale che ricomprende le aree di elevata qualità geobotanica, le emergenze floristiche e le vegetazioni rare. Queste ultime due, in particolare, evidenziano la localizzazione di specie di notevole interesse naturali-

5 Le caratteristiche del fotogramma del volo 1954 sono: Foglio 140, serie 58, fotogramma 2201, cm 23x23 e scansione realizzata a 800 dpi; quelle del fotogramma del volo 1995 sono: Foglio 140, serie 23, fotogramma 81, cm 23x23 e scansione eseguita a 800 dpi.

6 Le caratteristiche dei quattro fotogrammi sono: volo Cassa del Mezzogiorno (Casmez) 1974/75, Strisciata 12ter, fotogrammi 419, 421, 423 e 425, cm 23x23.

7 Il sistema di riferimento utilizzato per i fotogrammi è il WGS84 / UTM zona 33N.

FIGURA 8 – Fotogramma aereo 2201 (in alto), mosaico dei fotogrammi aerei 421 e 423 (al centro) e fotogramma aereo 81 (in basso)



FONTE: Regione Abruzzo e IGM

FIGURA 9 – Analisi multitemporale dei valori vegetazionali: i boschi residuali della fascia collinare



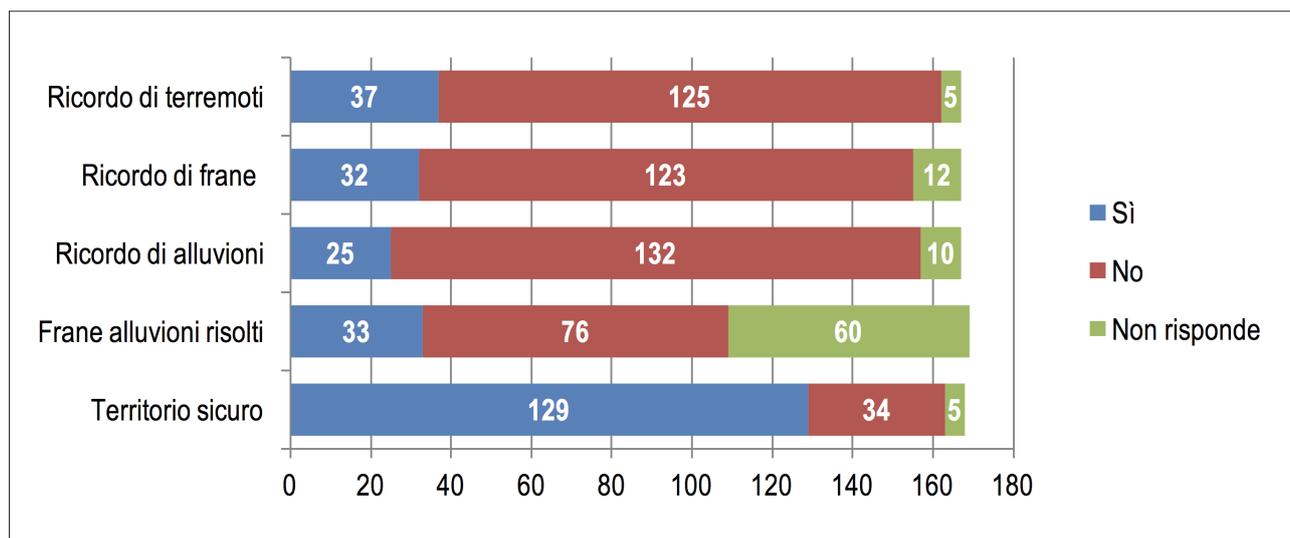
stico. Al dato riguardante il valore vegetazionale, si è sovrapposto il vettoriale delle frane e, analizzando le immagini, si può osservare che molti boschi residuali si trovano su corpi di frana. Ciò conferma come i valori paesaggistici e storici di questa zona si trovino in un territorio instabile a causa delle innumerevoli frane presenti. L'ingrandimento del particolare dimostra tra l'altro che, dal 1954 al 2011, la copertura vegetazionale nell'area è aumentata e ciò, probabilmente, si deve proprio alla riscontrata presenza di numerosi dissesti, la quale ha portato gli enti preposti a compiere dei rimboschimenti nel corso degli anni. Confrontando, soprattutto, i voli aerei del 1974 e del 1995, si nota che c'è un significativo aumento del valore vegetazionale; pertanto, si può presumere che i rimboschimenti siano stati realizzati in quell'arco di tempo.

6.1. Il territorio di Bisenti percepito dalla popolazione

Insieme all'analisi multitemporale dei valori paesaggistici identificati dal nPPR, si è realizzato un questionario somministrato a 167 abitanti di Bisenti, di età compresa tra gli 11 e i 90 anni, con lo scopo di comprendere la percezione che la popolazione ha della zona in cui vive e, allo stesso tempo, raccogliere informazioni per ricostruire il territorio attraverso la memoria del rischio e la percezione del rischio/pericolo dei suoi abitanti.

Il questionario si divide in cinque parti: 1. Dati generali (età, sesso, nazionalità, titolo di studio, professione e numero componenti del nucleo familiare); 2. Situazione abitativa e stato della propria abitazione in seguito al terremoto del 2009; 3. Memoria del ri-

FIGURA 10 – Memoria del rischio e percezione del territorio da parte degli abitanti di Bisenti



schio; 4. Percezione del rischio/pericolo; 5. Percezione del territorio.

Rispetto alla memoria del rischio si è chiesto agli intervistati se ricordano di eventi sismici e fenomeni idrogeologici avvenuti negli anni passati e, nel caso di frane e alluvioni, se rammentano interventi di messa in sicurezza o di manutenzione dell'area colpita dal dissesto (Figura 10). Il ricordo di terremoti passati è legato, soprattutto, a quelli del 1997 in Umbria-Marche e del 1980 in Irpinia, escludendo il più recente dell'Aquila del 2009; la memoria di frane si connette a quelle avvenute principalmente dopo il 2000 in Contrada Troiano o, in generale, nel comune di Bisenti. I pochi che hanno memoria di alluvioni nel territorio comunale, dichiarano che i danni maggiori si verificano alla viabilità, all'abitato e alle attività produttive e commerciali. A coloro che rammentano frane e alluvioni è stato chiesto se i danni causati da questi eventi siano stati risolti, da chi e in che modo. Nel caso in cui siano stati risolti, rispondono che se ne è occupato il Comune (e raramente l'Anas e la Provincia) attraverso l'utilizzo di escavatori, camion, ruspe e trattori, provvedendo alla sistemazione e pulizia della strada e alla collocazione di reti di sicurezza.

Alla domanda sulla sicurezza della zona in cui vivono, quasi l'80% degli intervistati la considera sicura, in quanto quella è casa loro, perché è costruita in maniera antisismica o, semplicemente, definiscono il loro

territorio "resistente". Il 20%, al contrario, lo definisce insicuro per le seguenti ragioni: l'inagibilità di alcune abitazioni e strutture scolastiche del comune in seguito al terremoto dell'Aquila del 2009, la sismicità della zona, le frane e le alluvioni, la scarsa manutenzione e il verificarsi di nuove scosse telluriche.

L'indagine condotta non ha finalità statistiche, ma muovendo dalla percezione che la popolazione ha del territorio che vive quotidianamente, intende acquisire informazioni più dettagliate rispetto a quelle che si possono ottenere dall'analisi dei dati cartografici e telerilevati.

7. Conclusioni

Dall'esame geografico e geomorfologico dei tre comuni oggetto di studio, si può concludere che l'area è fortemente interessata da fenomeni franosi, con una più o meno alta pericolosità e rischio. Di conseguenza, si tratta di una zona soggetta all'attivarsi di nuovi dissesti e al peggioramento di quelli esistenti. Ciò è dato dalla vulnerabilità intrinseca di questo territorio che risiede, in sostanza, nella sua litologia. Grazie all'approccio integrato si sono intersecati dati riguardanti i valori storici e paesaggistici locali con potenziali aree a rischio riuscendo a porre le basi per una corretta prevenzione.

ne, pianificazione e gestione del rischio, finalizzata alla tutela dei beni culturali e paesaggistici maggiormente esposti. In questo modo e in maniera più rapida, si possono acquisire informazioni difficilmente rilevabili tramite lo studio delle singole banche dati.

Dunque, l'analisi integrata di dati territoriali rappresenta un efficace e valido strumento – che permette di passare dalla logica dell'emergenza alla normalità della programmazione – a servizio delle amministrazioni

locali, le quali possono individuare le aree soggette a un più alto rischio e intervenire su di esse secondo una logica di prevenzione e riduzione dei rischi e di salvaguardia dei beni culturali, come i centri storici minori (Monti, 2004), e paesaggistici. Inoltre, la percezione degli abitanti intervistati risulta essere un ulteriore momento di conoscenza e confronto da accompagnare all'analisi integrata, in funzione della tutela del territorio e della pianificazione dal basso.

Bibliografia

- Adamoli L. (1998), *Studio dell'ambiente geologico, geomorfologico ed idrogeologico della Provincia di Teramo*, Provincia di Teramo - Ass. Urbanistica e Pianificazione Territoriale, Teramo, Vol. 2, pp. 53-59.
- Castiglioni G.B. (1979), *Geomorfologia*, UTET, Torino.
- Cavaglia A., Crocetti C., De Albentis M. (2009), *L'unità idrografica del bacino regionale del Torrente Piomba. Inquadramento della matrice ambientale ed antropica*, Riserva Regionale dei Calanchi di Atri - WWF, pp. 22-25.
- Clark M.L., Rendell H.M. (2006), "Process-form relationships in Southern Italian badlands: erosion rates and implications for landform evolution", *Earth Surface Processes and Landforms*, n. 31, pp. 15-29.
- Costantini E.A.C., Urbano F., Bonati G., Nino P., Fais A. (2007), *Atlante Nazionale delle aree a rischio di desertificazione*, CRA, INEA, pp. 14-15.
- D'Alessandro L. (2004), "Forme di erosione superficiale: calanchi e biancane", in: *Atlante dei tipi geografici*. IGM, Firenze, Tav. 2, pp. 102-103.
- Dainelli N. (2011), *L'osservazione della Terra: foto interpretazione. Metodologie di analisi a video delle immagini digitali per la creazione di cartografia tematica*, Flaccovio Ed., Palermo.
- Codice dei beni culturali e del paesaggio (2004). Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 - "Codice dei beni culturali e del paesaggio, 2004, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", *Gazzetta Ufficiale* n. 45 del 24 febbraio 2004, Suppl. Ordinario n. 28.
- Farabegoli E., Agostini C. (2000), "Identification of Calanco, a Badland Landform in the Northern Apennines, Italy", *Earth Surface Processes and Landforms*, n. 25, pp. 307-318.
- Monti S. (2004), "Centri storici minori", in: *Atlante dei tipi geografici*. IGM, Firenze, Tav.141, pp. 648-655.
- Phillips C.P. (1998a), "The Crete Senesi, Tuscany. A vanishing landscape?", *Landscape and Urban Planning*, n. 41, pp. 19-26.
- Phillips C.P. (1998b), "The badlands of Italy: a vanishing landscape?", *Applied geography*, Vol. 18, n. 3, pp. 243-257.
- Pignatti S. (1994), *Ecologia del paesaggio*, UTET, Torino.
- Pugliese L. (1986), "Le colline dell'Abruzzo", in: Ass. Naz. delle Bonifiche, delle Irrigazioni e dei Miglioramenti Fondiari (a cura di), *Studio generale della collina italiana*. Ed. Agricole, Bologna, pp. 287-292.
- Regione Abruzzo - Direzione Territoriale e Autorità di Bacino (2005), *Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo - Fenomeni gravitativi e processi erosivi*, L'Aquila.
- Regione Abruzzo - Autorità di Bacino (2008a), *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di rilievo regionali abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro*, L'Aquila.
- Regione Abruzzo - Autorità di Bacino (2008b), *Piano Stralcio di Difesa contro le Alluvioni*, L'Aquila.
- Ricci F., De Sanctis A. (2004), *Studio della dinamica temporale del paesaggio della Riserva dei Calanchi di Atri tramite rilievi su foto aeree*, Riserva Regionale dei Calanchi di Atri - WWF, pp. 9-11 (http://www.riservacalanchidiatri.it/documenti/84_relazione_atri.pdf).
- Tammaro F. (1998), *Il paesaggio vegetale dell'Abruzzo*, Cogecstre Ed., Penne (Pescara).