

IRENE BOLLATI - MANUELA PELFINI

IL PAESAGGIO FISICO ITALIANO: UNA VARIETA DI GEOMORFOSITI DI RILEVANTE VALENZA PER LA RICERCA SCIENTIFICA E LA DIDATTICA (*)

Introduzione. – La natura geologica dell'Italia mette a contatto litotipi diversi, in grado di dare origine a paesaggi litostrutturali peculiari quali ad esempio il Carso triestino o il paesaggio a calanchi tipico degli Appennini o ancora i territori dominati dalle rocce granitiche del M. Bianco. Il territorio italiano è giovane dal punto di vista geologico e pertanto ancora caratterizzato da attività sismica e vulcanica. Quest'ultima ha dato origine ad ambienti suggestivi, sia dove il vulcanismo è ancora in atto, come ad esempio l'isola di Stromboli caratterizzata da attività persistente (Sciara del fuoco), sia dove rappresenta un processo del passato testimoniato ad esempio dalla presenza dei tipici laghi vulcanici di forma circolare dei distretti vulcanici laziali.

L'articolazione Nord-Sud del territorio italiano fa sì che le caratteristiche climatiche siano molto diverse tra loro e che da esse derivino paesaggi morfoclimatici spettacolari tra cui spicca quello glaciale. E proprio in questi contesti «limite» che la variabilità climatica esercita il suo controllo, modificando ad esempio dimensioni e forma dei corpi glaciali e trasformando il paesaggio glaciale in un ambiente periglaciale e paraglaciale (Garavaglia e altri, in corso di stampa).

La grande varietà di paesaggi geomorfologici (Massoli Novelli, 2001; Piacente, 2005; Reynard, Coratza e Regolini-Bissig, 2009), oggi definita anche come geodiversità (Sharples, 1993; Gray, 2004), ha da sempre richiamato l'attenzione specie per quanto riguarda la spettacolarità dei luoghi e il loro conseguente valore estetico. I siti di particolare interesse geomorfologico, definiti geomorfositi, spesso proprio per l'alto valore estetico che li caratterizza, rappresentano i luoghi più idonei a suscitare l'interesse per la comprensione del paesaggio (Carton e altri, 1994; Hooke, 1994; Panizza, 1999). Il loro studio rappresenta oggi una delle più recenti tematiche di ricerca, nonché un importante punto di contatto con il pubblico, con gli studenti e con chi promuove la valorizzazione del territorio e ne gestisce la tutela.

(*) Si ringraziano il professor Mario Panizza e il professor Emmanuel Reynard per le stimolanti discussioni sui geomorfositi; il professor Claudio Smiraglia per la rilettura critica del lavoro, i professori Paola Fredi, Maurizio Del Monte, Luisa Pellegrini e i dottori Gabriele Duci, Valentina Garavaglia, Marta Della Seta per la collaborazione alle ricerche attualmente in corso nelle singole aree.

La definizione di geomorfosito e il suo significato concettuale si sono modificati nel tempo. Ampia è la letteratura in merito, sia in termini di articoli scientifici di livello locale, nazionale e internazionale, sia come capitoli all'interno dei libri di testo di geologia ambientale (Gisotti e Zarlenga, 2004) e di geomorfologia applicata (Panizza e Piacente, 2003) sia come interi volumi (Reynard, Coratza e Regolini-Bissig, 2009).

Lo scopo principale di questo lavoro, dopo una panoramica sull'evoluzione e sullo stato dell'arte della ricerca sul patrimonio geomorfologico (1), è quello di porre l'accento sulla valenza didattica dei geomorfositi. Essi infatti rappresentano la testimonianza dell'attività endogena ed esogena della Terra e offrono spunti per comprendere i concetti di scala temporale e spaziale degli eventi (Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa).

In funzione del processo che li ha generati, cambiano il tempo di persistenza e il tipo di evoluzione che può includere il degrado o la scomparsa dei geomorfositi stessi. Particolare interesse rivestono i geomorfositi cosiddetti «attivi» o «dinamici» (Reynard, 2004b; Reynard e altri, 2007) in quanto per la rapidità di cambiamento che li caratterizza ben si prestano per un approccio didattico finalizzato alla comprensione della dinamica geomorfologica (a titolo di esempio: ghiacciai, *rock glaciers*, calanchi ecc.).

La stessa storia dell'uomo si intreccia con la dinamica del paesaggio che ne conserva le tracce; apre prospettive per una valorizzazione integrata del patrimonio geomorfologico e del patrimonio culturale s.s. nonché per un suo «utilizzo» didattico interdisciplinare (Bollati, Pelfini e Pellegrini, 2009).

L'esemplarità di alcuni geositi attivi si presta ad esempio alla realizzazione di itinerari didattici da sperimentare «in campo», finalizzati alla comprensione dell'evoluzione del paesaggio e dei processi che lo modellano e all'applicazione di tecniche di indagine, adattati di volta in volta alle singole situazioni (Piacente, 1999; Pralong, 2003; Pelfini, 2007 e 2008; Reynard e Berrebi, 2008; Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa; Reynard, 2008; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009). L'ausilio di sistemi informativi geografici (GIS) utili nell'aggiornamento costante delle informazioni di carattere logistico e scientifico (Giusti e González-Díez, 2000; Coratza e Giusti, 2005; Carton, Coratza e Marchetti, 2005; Castaldini, Valdati e Ilies, 2005) rende ancor più attuale e interdisciplinare l'approccio didattico.

L'evoluzione del concetto di geosito e di geomorfosito nel panorama nazionale e internazionale. – L'attenzione posta nella conservazione del patrimonio naturale, sviluppata a partire dalla Convenzione di Berna (1973) e ratificata con la Dichiarazione dei diritti della memoria della Terra del 1991 (Digne les Bains; UNESCO EWGES, 1994), è stata rivolta nella maggior parte dei casi alla conservazione del patrimonio biologico (Aguirre, 2000). La consapevolezza che anche le risorse abiotiche sono caratterizzate da cambiamenti e non sono rinnovabili (Gisotti, 1993) ha evidenziato la necessità di sviluppare metodi di analisi idonei anche allo studio della geodiversità e della sua evoluzione, inclusi gli effetti dell'impatto delle attività umane e dei processi naturali (intesi come pericolosità *sensu* Bell, 2001) che possono alterare o distruggere le risorse geologiche del paesaggio (Gray, 2004).

Gli elementi geologici e geomorfologici si trasformano in risorsa paesaggistica nel momento in cui sono fruibili e, in questo senso, un geomorfosito può essere inteso come una qualsiasi forma derivante da uno o più processi geomorfologici che ha acquisito un

(1) Per maggiori dettagli relativamente a definizioni, valutazione, rappresentazione cartografica, protezione, promozione, impatto, si rimanda al volume di Reynard, Coratza e Regolini-Bissig (2009).

valore scenico, scientifico, culturale-storico e/o socio-economico in seguito alla percezione e all'utilizzo antropico (Panizza e Piacente, 1993 e 2003; Bertacchini e altri, 1999; Panizza, 2001; Bruschi e Cendrero, 2005; Pralong e Reynard, 2005; Pralong, 2005; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008). I geomorfositi diventano così dei «beni culturali s.l.» spesso collegati ai «beni culturali s.s.» (Panizza e Piacente, 2003), che a loro volta contribuiscono ad accrescerne il potenziale valore aggiunto.

Numerosi sono i gruppi di lavoro, formati a partire dagli anni Ottanta, che in Europa svolgono ricerche sulle principali tematiche riguardanti il patrimonio geomorfologico; in Italia, dopo le primissime iniziative (Nangeroni, 1969; Praturlon, 1986), sono stati realizzati numerosi progetti di ricerca finalizzati dapprima al censimento dei geomorfositi e alla proposta di metodologie di indagine, quindi alla loro valorizzazione e all'analisi dei rischi e degli impatti legati alla fruizione dei geomorfositi stessi. Collegate all'ambito accademico operano anche associazioni scientifiche come Geologia e Turismo (www.geologiaeturismo.com) e SIGEA – Associazione Italiana di Geologia Ambientale (www.sigeaweb.it), nei cui programmi di ricerca sono incluse catalogazioni di geositi e protezione e divulgazione del patrimonio geologico.

Dal punto di vista storico, il Secondo Meeting Internazionale sulla Conservazione delle Scienze della Terra (1989; Bregenz, Austria) coincide con la nascita del termine «geosito» inteso come località, area o territorio nella quale è possibile definire un interesse geologico-geomorfologico da preservare (Wimbledon, 1990). In generale, gli autori che hanno proposto la propria definizione di geosito sono concordi nel ritenere che i geositi debbano essere utili per ricostruire gli stadi chiave e le caratteristiche dello sviluppo geologico-geomorfologico di un'area o di una regione (Reynard, 2004a), e nel caso specifico dei geomorfositi, in termini di rappresentatività dei processi che l'hanno modellata (Barca e Di Gregorio, 1991; Panizza e Piacente, 1993; Carton e altri, 1994; Grandgirard, 1999a; Brancucci, Carton e Pavia, 1999; Panizza, 2001; Coratza e Giusti, 2005; Reynard e altri, 2007; González Trueba e Serrano Cañadas, 2008; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008).

Un altro termine con significato simile, e introdotto spesso come sinonimo, è «geotopo» (*geotope*, Wiedenbein, 1994; *Geotope Conservation in Germany...*, 1996), usato particolarmente nella letteratura tedesca per indicare una qualsiasi caratteristica geologica di natura inanimata che fornisce informazioni sullo sviluppo della Terra e della vita passata. Il termine «geotopo» è utilizzato anche da Grandgirard (1997), Lugon e Reynard (2003) e Reynard (2004b) per definire oggetti geologici e geomorfologici, di rilevante valore scientifico per la comprensione della storia, delle creature viventi e del clima della Terra, e da Aguirre (2000, p. 3) come «una porzione di territorio sensibile e dotata di valore geologico e geomorfologico e che necessita di protezione contro ogni aggressione che possa danneggiare la sua integrità, le sue forme e il suo sviluppo».

Numerosi sono tuttavia i sinonimi di geosito e geotopo (?), riassunti già in alcuni lavori (a titolo di esempio Reynard, Coratza e Regolini-Bissig, 2009); in ogni particolare contesto regionale è possibile trovare classificazioni delle tipologie di geositi appositamente adatte, sulla base delle caratteristiche dell'area e in particolare della sua geodiversità.

(2) Monumenti geologici (Di Fidio, 1982): singolarità geologiche e geomorfologiche. Beni geografico-fisici, valevoli di conservazione e la cui perdita può portare a un irreversibile impoverimento della diversità del paesaggio; SSSIs (*Sites of Special Scientific Interest*, Harley, 1989; Krieg, 1996); RIGSs (*Regionally Important Geological and Geomorphologic Sites*, Harley, 1989); GSSSIs (*Geological Sites of Special Scientific Importance*, Zagorchev e Tzankov, 1996); GAVs (*Geosites of Aesthetic Value*, Zagorchev e Tzankov, 1996); SGIs (*Sites of Geological Interest* Aguirre, 2000); *Lithosphere Reserves* (Alexandrowicz e Wimbledon, 1999); *Geospots* (Damiani, 1999).

Negli ultimi anni i geositi hanno suscitato sempre più maggiore interesse a partire dal loro valore estetico, importante via di approccio al pubblico più vasto, ma soprattutto proprio per la capacità di rappresentazione della diversità (geodiversità) del paesaggio (Panizza e Piacente, 1993 e 2003; Piacente e Poli, 2003) e della dinamicità dello stesso (Gisotti, 1993; Hooke, 1994; Pelfini e Smiraglia, 2003; Bollati e altri, 2009; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009; Pelfini, Garavaglia e Bollati, 2010). Quest'ultima si rivela particolarmente utile a fini didattici per la comprensione dei processi che regolano il modellamento della superficie terrestre e la sua fruizione da parte dell'uomo. A tale proposito basti pensare alla spettacolarità di alcuni paesaggi fluviali e alla loro importanza storica per quanto riguarda gli insediamenti antropici, le strategie belliche, gli innumerevoli aspetti culturali eccetera.

Attualmente la definizione riconosciuta di «geomorfosito» è quella proposta da Panizza (2001), che ha introdotto il termine come derivato dal precedente «bene geomorfologico» (Quaranta, 1992; Panizza e Piacente, 1993; Carton e altri, 1994): «Morfologia con particolari e significativi attributi geomorfologici, che lo qualificano come componente del patrimonio culturale di un territorio (in senso lato)» (Panizza e Piacente, 2003, p. 221). Più geomorfositi possono essere raggruppati nel «patrimonio geomorfologico». Panizza (2001), inoltre, distingue il concetto di geomorfosito da quello di «risorsa geomorfologica» poiché quest'ultima implica utilità da parte della società. Infine Reynard e altri (2007) intendono per geomorfosito un sito di particolare interesse in termini di patrimonio geomorfologico. Altri sinonimi di geomorfosito sono «sito geomorfologico» (Hooke, 1994), SGI («sito di interesse geomorfologico»; Rivas e altri, 1997); «geotopo geomorfologico» (Grandgirard, 1997), LIG («località di interesse geomorfologico»; Serrano Cañadas e González Trueba, 2005).

I geomorfositi, la geodiversità e il paesaggio geologico. – Il concetto di geodiversità è stato inserito nelle procedure di riconoscimento e valutazione del patrimonio geomorfologico (Piacente, 2005) e quindi dei geomorfositi. Pur essendo considerata da alcuni autori, *in primis* Grandgirard (1997 e 1999a), come uno degli «indicatori» che qualificano i fattori di valutazione dei geomorfositi, la geodiversità secondo altri va inclusa tra gli attributi scientifici (Rivas e altri, 1997; Cendrero e Panizza, 1999; Cendrero, 2000; Bonachea e altri, 2005; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008), o ancora è da ritenersi un valore addizionale (Zarlenga, 1996; Lapo, 1999).

La sua stessa definizione si è modificata nel tempo: da «diversità degli elementi e dei sistemi della Terra» (Sharples, 1993) a «range naturale (diversità) degli elementi geologici (rocce, minerali, fossili), geomorfologici (processi fisici e morfologie) e pedologici, degli insiemi, delle relazioni, delle proprietà, delle interpretazioni e dei sistemi» (Gray, 2004, p. 8). Panizza e Piacente (2009) infine hanno individuato quattro tipologie di geodiversità: intrinseca, estrinseca, più semplice, più ampia, volendo sottolineare la difficoltà nella definizione di questo concetto e della sua applicazione. Il concetto di geodiversità è infatti in stretta relazione sia con le dimensioni dell'area da caratterizzare (Panizza e Piacente, 2009) sia con il «grado di importanza scientifica» a livello globale (Zagorchev e Tzankov, 1996).

Un paesaggio nel suo insieme (*geomorphological landscape sensu* Reynard, Coratza e Regolini-Bissig, 2009) può essere infine considerato un geomorfosito complesso (Reynard, 2004b; Reynard e Panizza, 2005), costituito da elementi minori («unità di paesaggio»; Turri, 1979) che contribuiscono alla valutazione della sua ricchezza in termini di geodiversità.

Tab. 1 – *Calcolo dell'Indice di Geodiversità secondo Serrano e Ruiz-Flaño (2009)*

Indice di Geodiversità		
$Gd = (Eg R) / (Ln S)$ < 15 molto basso; 15-25 basso; 25-35 medio; 35-45 alto; > 45 molto alto		
Eg = enumerazione dei differenti elementi fisici di un'unità	geologico	litologia e struttura
	geomorfologico	morfostrutture, morfologie di erosione, sistemi morfogenetici, morfologie di accumulo, processi, microforme
	idrologico	stati dell'acqua, elementi idrologici
	pedologico	ordini, subordini
	topografia	
R = coefficiente di rugosità dell'unità		Variazioni di carattere micro-climatico e topografico
S = superficie dell'unità in km ²		

In letteratura sono riportati diversi tentativi di quantificazione della geodiversità. A titolo di esempio si riporta la valutazione quantitativa proposta da Serrano e Ruiz-Flaño (2009) (tab. 1).

La valutazione quantitativa dei geomorfositi per un utilizzo sostenibile. – La valorizzazione e la gestione, anche economica, del patrimonio geologico e geomorfologico impone una selezione dei siti più rappresentativi (Wimbledon e altri, 1999; Gray, 2004) da realizzarsi attraverso parametri omogenei che rendano possibile il confronto e la comparazione tra i siti stessi; ciò è di particolare rilevanza nel caso dei (Geo)Parchi appartenenti a reti internazionali quali la Rete Europea dei Geoparchi (*EGN – European Geopark Network*; UNESCO, 2004; Zouros, 2004).

Si rende pertanto necessario identificare con precisione valori, attributi e valenze che caratterizzano i geomorfositi al fine di poter procedere a selezioni mirate (Grandgirard, 1999a; Reynard e altri, 2007).

Il metodo di riferimento internazionale di selezione di siti a livello internazionale generalmente adottato consiste nella definizione di un contesto e nella selezione, al suo interno, di siti esemplari per un determinato processo in un certo intervallo di tempo; i siti scelti devono dare un quadro il più completo possibile dell'evoluzione della Terra in quel preciso ambito (metodo comparativo; Wimbledon e altri, 1999; Krieg, 1996). Le fasi della valutazione quantitativa di un'area possono essere pertanto riassunte in: analisi del contesto geologico-geomorfologico dell'area e produzione di una mappa geologico-geomorfologica; selezione delle forme del rilievo che possono essere definite come beni geomorfologici o geomorfositi sulla base degli attributi, delle valenze e del grado di interesse scientifico; produzione di una carta dei beni; infine, analisi degli impatti e dei rischi derivanti dalla fruizione dei siti di interesse geomorfologico allo scopo di ottimizzare l'utilizzazione dell'area (Panizza, 1999; Carton, Coratza e Marchetti, 2005; Coratza e Giusti, 2005).

Le valutazioni quantitative dei geomorfositi di una data regione possono tuttavia modificarsi nel tempo in funzione della dinamicità dell'ambiente naturale che può comportare un'evoluzione più o meno rapida e marcata delle forme (Garavaglia, Pelfini e Bollati, 2010). Reynard (2004b) in questo senso ha distinto tra «geotopi attivi» o «dinamici» (*active/dynamic geotopes*), nei quali i processi caratteristici sono ancora in atto, osservabili, monitorabili e quantificabili e sono responsabili delle modificazioni del geotopo/geomorfosito stesso (Hooke, 1994; Bollati e altri, 2009), e «geotopi passivi» (*passive geotopes*) che non sono più collegati con il contesto geomorfologico e climatico responsabile della loro formazione, nei quali le modificazioni sono irreversibili (Lugon e Reynard, 2003), ma nel contempo offrono una importante testimonianza del contesto morfoclimatico in cui il geomorfosito si è formato (Pelfini e Smiraglia, 2003; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009).

Tra i geotopi (o geomorfositi) attivi di particolare interesse si possono citare quelli glaciali. Si tratta di elementi del paesaggio in rapida evoluzione, sottoposti attualmente a una intensa fase di contrazione e la cui riduzione sta lasciando spazio a possibili nuovi geomorfositi (Diolaiuti e Smiraglia, 2009; Garavaglia, Pelfini e Bollati, 2010); questi, inoltre, proprio per l'estrema dinamicità dei processi che ne determinano l'evoluzione, possono essere fonte di rischio per i potenziali fruitori se non adeguatamente monitorati (Diolaiuti e altri, 2003; Pelfini e Smiraglia, 2003; Belò e altri, 2005; Smiraglia, Diolaiuti e Pelfini, 2005; Pelfini e Santilli, 2006; Bozzoni e Pelfini, 2007; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009). I processi di ablazione stanno portando infatti a una progressiva riduzione delle masse glaciali, all'arretramento delle fronti che possono ora trovarsi in posizione «sospesa», alla formazione di laghi epiglaciali suscettibili di rapido svuotamento eccetera, situazioni che possono portare a diversi scenari di rischio. I cambiamenti alla fronte sono spesso molto evidenti, anche nel corso di una sola stagione estiva. Parallelamente si assiste alla progressiva copertura detritica delle lingue glaciali, alla colonizzazione anche arborea delle loro porzioni terminali (es. Ghiacciaio del Miage; Pelfini e altri, 2007b; Pelfini, 2008). Ciò deve essere tenuto in debita considerazione nelle descrizioni dei geomorfositi glaciali (Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009), che in poco tempo potrebbero non trovare corrispondenza nella realtà, e nelle nuove proposte di itinerari glaciologici. La variabilità climatica può infatti indurre variazioni di intensità dei processi geomorfologici legati alla dinamica glaciale e potenzialmente dannosi così come può determinare cambiamenti nel grado di difficoltà di percorrenza degli itinerari glaciologici (Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009).

Se da un lato la possibile rapida evoluzione dei geomorfositi glaciali può essere responsabile delle problematiche prima citate, dall'altro essa rappresenta un'ottima occasione didattica per la comprensione della dinamicità dell'ambiente naturale e dei processi clima correlati.

Differenti autori hanno proposto elenchi di attributi in base ai quali è possibile procedere alla quantificazione del valore dei geositi (tab. 2). Gli attributi sono stati raggruppati in quattro principali categorie, e suddivisi nelle relative valenze (Quaranta, 1992; Panizza e Piacente, 1993 e 2003; Carton e altri, 1994; Bertacchini e altri, 1999; Panizza, 2001).

Alcuni attributi sono stati considerati «valori fondamentali scientifici», importanti, indispensabili (Reynard, 2004b) e sufficienti (Grandgirard, 1999a), altri «valori addizionali» (culturale, economico, estetico ed ecologico; Reynard, 2004b e 2005; Reynard e altri, 2007) ed è la loro sommatoria che porta alla definizione di «valore geomorfologico globale» (Reynard, 2004b; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008) o «merito scientifico» o ancora «qualità intrinseca» di un sito (Rivas e altri, 1997; Cendrero e Panizza, 1999; Cendrero, 2000; Bonachea e altri, 2005; Reynard e altri, 2007), e di «paesaggio culturale integrato» (Panizza e Piacente, 2003). Grandgirard (1999b) ha organizzato invece la classificazione

Tab. 2 – Schema riassuntivo dei valori e delle relative valenze utilizzate per l'analisi quantitativa dei geositi

Gruppi di attributi/valori	Attributi/valori	Valenze	Altro
Valori fondamentali o scientifici	Scientifico Rappresentatività dell'evoluzione della Terra e della ricostruzione della storia della vita, del clima e della Terra (Grandgirard, 1997 e 1999a-b; Coratza e Giusti, 2005); e della percezione delle leggi che governano l'evoluzione del geomorfosito stesso (Panizza, 2001).	Modello di evoluzione geomorfologica (Hooke, 1994; Coratza e Giusti, 2005; Reynard e altri, 2007); Rappresentatività (<i>representativeness</i>) (Wimbledon, 1990; Grandgirard, 1997 e 1999b; Wimbledon e altri, 1999; Zarlenga, 1996; Lapo, 1999; Coratza e Giusti, 2005).	Importanza di un sito per lo sviluppo degli studi e delle ricerche (Wimbledon, 1990; Wimbledon e altri, 1999; Rivas e altri, 1997; Grandgirard, 1999b; Coratza e Giusti, 2003 e 2005; Gray, 2004; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008).
		Oggetto di esemplarità didattica (Barca e Di Gregorio, 1991; Brancucci, Carton e Pavia, 1999; Gray, 2004; Coratza e Giusti, 2005; Serrano Cañadas e González Trueba, 2005; Reynard e altri, 2007; Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa; González Trueba e Serrano Cañadas, 2008; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008; Bollati, Pelfini e Pellegrini, 2009; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009; Pelfini, Garavaglia e Bollati, 2010.	Il valore educativo di un sito è da considerarsi, secondo Reynard e altri (2007), in una categoria a sé stante, rispetto alla valutazione globale del geomorfosito stesso, benché connessa (<i>Educational Value</i>).
		Testimonianza paleogeomorfologica (Pralong, 2005; Pralong e Reynard, 2005; Grandgirard, 1997 e 1999a-b; Reynard e altri, 2007). Testimonianza paleoclimatica (es: il caso dei geomorfositi glaciali; Pelfini e Smiraglia, 2003; Pelfini e altri, 2009).	
		Valenza ecologica: ruolo di supporto ecologico alla natura vivente (Panizza, 2001), specialmente in contesti sensibili (Panizza, 2001; Quaranta, 1992; Carton e altri, 1994; Rivas e altri, 1997; Panizza e Piacente, 2003; Gray, 2004; Pralong, 2005; Pralong e Reynard, 2005; Pelfini, Garavaglia e Bollati, 2010). Il paesaggio nella sua interezza può essere considerato un organismo vivente (Romani, 1994). Valore funzionale: Gray (2004); Valore naturalistico: Brancucci, Carton e Pavia (1999).	La valenza ecologica è talora considerata un valore addizionale (Barca e Di Gregorio, 1991; Hooke, 1994; Coratza e Giusti, 2005); <i>Ecological Impact Criterion – Ecl</i> (Reynard e altri, 2007; Pereira e altri, 2008).
		Rarità: un bene geomorfologico raro è testimonianza di un contesto morfoclimatico differente dall'attuale; (Grandgirard, 1997 e 1999b; livello di interesse; Panizza, 2001; Reynard, 2004b; Reynard e altri, 2007). Grado di importanza scientifica (scientific importance rank: Zagorchev e Tzankov, 1996).	
Valori addizionali	Culturale Attributo per considerare un geomorfosito un bene culturale s.l. (Panizza e Piacente, 2003) includendo usanze culturali e storiche, rappresentazioni iconografiche, rilevanza storica, archeologica, religiosa e metafisica (Panizza, 2001 e 2005; Quaranta, 1992; Barca e Di Gregorio, 1991; Carton e altri, 1994; Krieg, 1996; Bertacchini e altri, 1999; Piacente, 1999 e 2005; Poli, 1999; Aguirre, 2000; Panizza e Piacente, 2003; Massoli Novelli, 2001; Piacente e Poli, 2003; Gray, 2004; Reynard, 2004b; Pralong, 2005; Serrano Cañadas e González Trueba, 2005; Reynard e altri, 2007; González Trueba e Serrano Cañadas, 2008).		L'attenzione particolare all'attributo culturale di un geomorfosito ha portato all'introduzione della locuzione Geomorfologia Culturale (Panizza e Piacente, 2003) che studia le relazioni tra beni culturali s.s. e s.l. (Panizza e Piacente, 2003) con tre approcci (Panizza, 2001 e 2005): ambientale, storico e culturale filosofico. Importanza di un sito per lo sviluppo degli studi e delle ricerche scientifiche (valore geo-storico: Lugon e Reynard, 2003; Reynard e altri, 2007).
	Socio-economico Carattere distintivo tra beni geomorfologici e risorse geomorfologiche (Panizza, 2001) sulla base delle caratteristiche utilizzabili e manipolabili di un sito geomorfologico in un contesto turistico e ricreativo (Panizza, 1999 e 2001; Carton e altri, 1994; Pralong, 2005; Pralong e Reynard, 2005; Reynard e altri, 2007).		
	Scenico o Estetico Spettacolarità del sito geomorfologico: forti contrasti di colore, e litologici, un buon sviluppo verticale e strutture sviluppate nello spazio (Grandgirard, 1997; Reynard e altri, 2007). <i>Visual quality</i> (Bonachea e altri, 2005).		Categorie di geositi: GAV (<i>Geotopes of Aesthetic Value</i>) (Zagorchev e Tzankov, 1996); Geotopi estetici (<i>Aesthetic geotopes</i> ; Reynard, 2004b).

dei siti sulla base di «fattori» (integrità, geotopi inclusi, rappresentatività ed esemplarità, rarità, valore paleogeografico, siti particolari) e «indicatori» (dimensioni e configurazione geometrica, costituzione, disturbo funzionale, età, geodiversità, associabilità di morfologie, numero di morfologie, disposizione delle morfologie, contesto e ambiente, attività e funzionalità morfogenetica).

In base alla suddivisione tra valori fondamentali e addizionali Reynard e altri (2007) hanno proposto l'utilizzo di due differenti definizioni di geomorfosito. Una definizione restrittiva si focalizza sul valore scientifico del geomorfosito che, per le sue caratteristiche morfologiche, permette lo studio del clima e della storia della Terra. Questa definizione viene applicata nel caso di inventari il cui scopo è la protezione dei siti di importanza scientifica dallo smantellamento sia per cause naturali («fragilità»: Serrano Cañadas, 2002) sia antropiche («vulnerabilità»: Serrano Cañadas, 2002) («*Protected Site Criterion – PS*»; Reynard e altri, 2007). In alternativa, la definizione più ampia tiene conto di tutte le categorie di attributi valutabili per un sito, fondamentali e addizionali, e viene utilizzata nei lavori con propositi divulgativi e geoturistici o per lo studio del ruolo ecologico dei geomorfositi stessi (Reynard, 2004b) («*Ecological Impact Criterion – ECI*»; Reynard e altri, 2007). È importante sottolineare come nella quantificazione del valore scientifico ci si basi su aspetti oggettivi, razionali e quantitativi, mentre per gli attributi addizionali sia implicita una certa dose di soggettività (Panizza e Piacente, 1993; Grandgirard, 1999b; Lapo, 1999; Panizza, 2001; Reynard, 2004b; Bruschi e Cendrero, 2005).

In tabella 3a sono sintetizzate le equazioni utilizzate in letteratura per la quantificazione del valore geomorfologico di un sito. A seconda dell'adozione della definizione ampia o di quella restrittiva, l'approccio si dirige in due direzioni (Poli, 1999): la valorizzazione in termini di «valore turistico» (Pralong, 2005; Pralong e Reynard, 2005) e di «valore educativo» (Reynard e altri, 2007; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009) dei siti e la pianificazione volta alla protezione dei siti di maggiore interesse scientifico (Reynard e altri, 2007), in alcuni casi particolarmente fragili, non rinnovabili e fondamentali nella ricostruzione della storia della Terra (Pelfini e Smiraglia, 2003; Pelfini e Santilli, 2006; Bollati e altri, 2009). E qui da ricordare ancora che un bene naturale diventa un bene culturale s.l. nel momento in cui è fruibile (Panizza, 2001; Panizza e Piacente, 2003; Bertacchini e altri, 1999; Bruschi e Cendrero, 2005; Pralong, 2005; Pralong e Reynard, 2005; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008).

L'auspicio di uno «sviluppo sostenibile» dei geomorfositi («*asset's capacity load*», Panizza e Piacente, 1993 e 2003; «*acceptable limits to change*»: Wight, 1998; Serrano Cañadas, 2002; «*geomorphic performance*»: Bonachea e altri, 2005; «*sustainable tourist use*»: Pralong e Reynard, 2005), che permetta alle future generazioni di usufruire dei siti ad alta valenza didattica come importanti testimonianze della storia della Terra, rilancia ancora l'importanza della conservazione dei siti di interesse scientifico, come già sottolineato da Reynard e altri (2007); in questo senso il monitoraggio dei processi attualmente attivi si dimostra un ottimo strumento per la previsione della loro evoluzione futura (Ellis e altri, 1996). Un geomorfosito inteso come bene culturale s.l. (Panizza e Piacente, 2003) è anche un tipo di «offerta primaria originale» in quanto elemento del paesaggio fonte di attrazione per i turisti; questa, nel momento in cui viene sfruttata attraverso, ad esempio, la creazione di infrastrutture, si trasforma in «offerta secondaria o derivata» (Pralong e Reynard, 2005). Gli autori che si sono occupati di valutazioni quantitative del potenziale turistico dei geomorfositi (tab. 3b) hanno introdotto per il caso specifico gli attributi di «potenziale di utilizzo o utilità sociale» («*potential for use or social usefulness*»; Cendrero, 2000; Cendrero e Panizza, 1999) e «gestione-utilizzo» («*management – use*»; Serrano Cañadas, 2002; Serrano Cañadas e González Trueba, 2005; González Trueba e Serrano

Tab. 3a – *Equazioni e parametri di valutazione quantitativa della qualità scientifica dei geomorfositi*

Riferimenti	Equazioni	Parametri
Rivas e altri (1997)	Su Unità di Paesaggio $Q = [(N_0 V_0) + \sum N_a V_{a,i}] / (n + 1)$ $V = W S + W D + W CX + W R + W W =$ Valore intrinseco	N = Grado di naturalità: N_0 di unità; N_a delle unità adiacenti V = Grado di naturalità: V_0 dell'unità; V_a delle unità adiacenti S = Singolarità geomorfologica (0 - 4); D = Diversità geomorfologica (0 - 4) CX = Complessità geomorfologica (0 - 4); R = Energia di rilievo (0 - 4); W = Acqua (0 - 4) W = Peso di ciascun valore; $\sum W = 1$
Rivas e altri (1997) Bonachea e altri (2005)	Su SGI (Siti di Interesse Geomorfologico) $Q_i = W A + W E + W K + W Ex + W D =$ Qualità intrinseca o Merito scientifico (0 - 4) $V_{sgi} = C_i (2 Q_i + P_i) / 48 =$ Valore o Merito (0 - 1)	A = Abbondanza/rarità (0 - 4); E = Estensione (0 - 4); K = Grado di conoscenza scientifica (0 - 4) Ex = Utilità come esempio/modello di processo (0, 2, 4); D = Diversità degli elementi (0 - 4) C_i = Grado di preservazione (0 - 4); P_i = Potenziale di utilizzo (0 - 4) W = Peso di ciascun valore; $\sum W = 1$
Panizza (1999)	$Q = V C =$ Qualità scientifica $V = Lm M + Le E + Lp P + Ls S =$ Valore scientifico intrinseco	L = Livello di interesse (0 - 1); C = Condizioni di preservazione (0 - 1); M = Modello di evoluzione geomorfologica E = Esempio educativo; P = Esempio paleo-geomorfologico; S = Ruolo di supporto ecologico
Panizza (2001)	$Q = S C =$ Qualità scientifica $S = \sum (v_i) = (v_1 i_1 + v_2 i_2 + v_3 i_3 + v_4 i_4) =$ Valore scientifico	C = Grado di conservazione (0.25 - 1) v = Criteri scientifici: v_1 = Modello di evoluzione geomorfologica; v_2 = Propositi educativi v_3 = Esempio paleo-geomorfologico; v_4 = Ruolo di supporto ecologico i = Livello di interesse (0 - 4)
Cendrero (2000) Bruschi e Cendrero (2005)	$Q_i = (A W + K W + Ex W + D W + Ag W + T W + Ch W + N W + C W) / 4$ Qualità intrinseca o Merito scientifico (0 - 1) $V_{sgi} = (Q_i + U_i + P_i) / 3 =$ Valore o Merito (0 - 1) $V_{sgi} = C_i (2 Q_i + P_i) / 12 =$ Valore o Merito (0 - 1)	A = Abbondanza/rarità (0 - 4); K = Grado di conoscenza scientifica (0 - 4) Ex = Utilità come esempio/modello di processo (0, 2, 4); D = Diversità degli elementi (0 - 4) Ag = Età (0 - 4); T = Località tipo (0, 2, 4) Ch = Associazione con patrimonio storico, archeologico ed artistico (0 - 4) N = Associazione con patrimonio naturale (0, 2, 4); C = Stato di conservazione (0 - 4) W = Peso di ciascun valore; $\sum W = 1$
Coratza e Giusti (2005)	$Q_n = s S + d D + a A + r R + c C + e E + z Z =$ Qualità scientifica (0 - 10) $s S + d D = C e =$ Conoscenza di esperti $Q = Q_n / Q_{max} =$ Qualità scientifica normalizzata (0 - 1)	S = Valore per la ricerca scientifica (0 - 1); D = Valore didattico (0 - 1) A = Area occupata da geomorfositi dello stesso tipo (0 - 1) R = Rarità, quantità di elementi simili nell'area (0 - 1); C = Grado di conservazione (0 - 1) E = Esposizione in termini di penalizzazione (0 - 1); Z = Valori aggiunti (0 - 1) s, d, a, r, c, e, z = pesi
Reynard e altri (2007)	$(S + ECOL + AEST + CULT + ECON) =$ Valore globale $ECOL = (Ecl + PS) / 2$ $AEST = (VP + STR) / 2$ $CULT = (REL + HIS + ART + GEOL)$	S = Valore scientifico ECOL = Valore ecologico: Ecl = Impatto ecologico; PS = Sito protetto AEST = Valore estetico: VP = Punto panoramico STR = Contrasti, sviluppo verticale, strutturazione spaziale CULT = Valore culturale: REL = Importanza religiosa; HIS = Importanza storica ART = Importanza artistica; GEOL = Importanza geostorica ECON = Valore economico
Pereira, Pereira e Caetano Alves (2008)	$(ScV + AdV) =$ Valore geomorfologico (0 - 10) $ScV = (Ra + In + Rp + Dv + Ge + Kn + Rn) (0 - 5.5)$ $AdV = (Cult + Aest + Ecol) (0 - 4.5)$	Ra = Rarità (0 - 1); In = Integrità (0 - 1); Rp = Rappresentatività ed esempio didattico (0 - 1) Dv = Diversità (0 - 1); Ge = Altri elementi geologici di valore come patrimonio (0 - 0.50) Kn = Conoscenza scientifica su tematiche geomorfologiche (0 - 0.50) Rn = Rarità a livello nazionale (0 - 0.50) Cult = Valore culturale (0 - 1.50) Aest = Valore estetico (0 - 1.50) Ecol = Valore ecologico (0 - 1.50)

Cañadas, 2008; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008). L'analisi del potenziale turistico dei geomorfositi non può esulare da un attento esame dei rischi e degli impatti derivanti dalla loro fruizione turistica (Gisotti, 1993; Cavallin e altri, 1994; Panizza, Marchetti e Patrono, 1995; Rivas e altri, 1997; Cendrero e Panizza, 1999; Coratza e Giusti, 2005; Bruschi e Cendrero, 2005; Serrano Cañadas e González Trueba, 2005; Reynard e altri, 2007; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008; Pelfini e altri, 2009) che deve includere un'analisi del livello di pericolosità (*«threats/endangerments level»*: Gray, 2004; Reynard e altri, 2007). Sulla base della relazione $R = H \times V$ (R = rischio/*risk*, H = pericolosità/*hazard*, V = vulnerabilità/*vulnerability*) (*sensu* Bell, 2001), appare evidente come qualsiasi proposta di itinerari per la fruizione di geomorfositi debba tener conto sia dei processi geomorfologici potenzialmente dannosi sia del grado di frequentazione, in quanto è dalla loro combinazione che si definisce il possibile scenario di rischio (Piccazzo, Brandolini e Pelfini, 2007; Brandolini e altri, 2007). Il rischio che può derivare dalla fruizione turistica risiede pertanto *in primis* nell'evoluzione naturale del sito stesso, sottoposto ai processi naturali che in gran parte sono responsabili della sua esistenza (Pelfini e altri, 2006 e 2007a; Piccazzo, Brandolini e Pelfini, 2007; Bollati e altri, 2009) e che possono coinvolgere le infrastrutture preposte allo sfruttamento turistico (sentieri, pannelli esplicativi) o i fruitori stessi (Panizza, 2005; Cavallin e altri, 1994; Panizza e Piacente, 2003). In altri casi il rischio può derivare non da pericolosità geomorfologiche s.s. (*hazard*; Bell, 2001), ma da difficoltà di percorrenza in rapporto alle caratteristiche del fruitore (Piccazzo, Brandolini e Pelfini, 2007).

L'impatto derivante dalla fruizione turistica può a sua volta danneggiare il sito stesso favorendone lo smantellamento in seguito a una accelerazione del processo naturale che lo interessa. Secondo Rivas e altri (1997) l'impatto su un geomorfosito è un'azione che intacca uno qualsiasi dei suoi attributi, sia esso la qualità estetica, il carattere scientifico-culturale, l'utilità del sito o il suo ruolo di supporto ecologico. In letteratura la perdita del valore estetico o scenico del geomorfosito è per esempio indicato con le espressioni di «impatto visivo» (Rivas e altri, 1997; Bonachea e altri, 2005) o «incidenza visiva» (Coratza e Giusti, 2003). Un caso particolare di impatto positivo può essere invece considerato quello dei «geotopi artificiali» (Reynard, 2004b), ovvero scoperti e valorizzati in seguito a interventi antropici (cave, sbancamenti ecc.) (Giusti e González-Diéz, 2000).

La valenza didattica dei geomorfositi attivi come strumento per la comprensione dell'evoluzione del paesaggio. – Una particolare considerazione verrà qui di seguito data alla valenza o esemplarità didattica dei geomorfositi e in particolare dei geomorfositi attivi *sensu* Reynard (2004b) che si possono ritenere un'opportunità didattica per comprendere l'evoluzione del paesaggio.

Spesso questo tipo di geomorfositi è caratterizzato da un elevato valore culturale in quanto il contesto morfologico rappresenta la struttura su cui poggia o con cui si relaziona un elemento storico-culturale di grande importanza (torri, chiese e castelli: beni culturali s.s.; Panizza e Piacente, 2003), costruito proprio in quel sito per la posizione ideale che esso offre (Bollati, Pelfini e Pellegrini, 2009). In tal senso lo scopo ultimo risulta quello di definire un utilizzo turistico sostenibile che garantisca una fruizione equilibrata del sito minimizzando il più possibile i rischi e impatti che ne conseguono, ma allo stesso tempo valorizzando il suo potenziale didattico nei termini dei valori che lo caratterizzano (scientifico ed ecologico, culturale ecc.).

L'«esemplarità didattica» di un sito è stata definita sia come valenza dell'attributo scientifico (Barca e Di Gregorio, 1991; Quaranta, 1992; Panizza e Piacente, 1993; Carton e altri,

Tab. 3b – *Equazioni e parametri di valutazione quantitativa del valore turistico dei geomorfositi e dell'impatto ambientale conseguente la loro fruizione*

Riferimenti	Equazioni	Parametri
Cendrero (2000) Bruschi e Cendrero (2005)	$U_i = (Act\ W + O\ W + Acc\ W + E\ W + S\ W + SE\ W) / 4$ Potenziale di utilizzo e utilità sociale (0-1) $V_{sgl} = (Q_i + U_i + P_i) / 3 = \text{Valore o Merito (0-1)}$ $V_{sgl} = C_i (2\ Q_i + P_i) / 12 = \text{Valore o Merito (0-1)}$	Act = Attività (0 - 4); O = Condizioni di osservazione (0, 2, 4); Acc = Accessibilità (0 - 4) E = Estensione (m 2) (0 - 4); S = Prossimità a centri con servizi (0 - 4) SE = Condizioni socio-economiche dell'area (0, 2, 4) P _i = Potenziale di utilizzo (0 - 1) W = Peso di ciascun valore; $\sum W = 1$
Bonachea e altri (2005)	$P_i = Ac\ W + O\ W + S\ W + H\ W + Acc\ W = \text{Potenziale di utilizzo (0-4)}$ $V_{sgl} = C_i (2\ Q_i + P_i) / 48 = \text{Valore o Merito (0-1)}$	C _i = Grado di conservazione (0 - 4); Q _i = Qualità intrinseca (0 - 4) W = Peso di ciascun valore; $\sum W = 1$
Pralong (2005)	$V_{tour} = (V_{sce} + V_{sci} + V_{cult} + V_{eco}) / 4 = \text{Valore turistico}$ $V_{sce} = (Sce_1 + Sce_2 + Sce_3 + Sce_4 + Sce_5) / 5 = \text{Valore scenico}$ $V_{sci} = (Sci_1 + Sci_2 + 0.5\ Sci_3 + 0.5\ Sci_4 + Sci_5 + Sci_6) / 6 = \text{Valore scientifico}$ $V_{cult} = (Cult_1 + 2\ Cult_2 + Cult_3 + Cult_4 + Cult_5) / 6 = \text{Valore culturale}$ $V_{eco} = (Eco_1 + Eco_2 + Eco_3 + Eco_4 + Eco_5) / 5 = \text{Valore economico}$ $V_{expl} = (V_{deg} \cdot V_{mod}) = \text{Valore di sfruttamento}$ $V_{deg} = (Deg_1 + Deg_2 + Deg_3 + Deg_4) / 4 = \text{Grado di sfruttamento}$ $V_{mod} = (Mod_1 + Mod_2 + Mod_3 + Mod_4) / 4 = \text{Modalità di sfruttamento}$	Sce ₁ = Numero di punti panoramici (0 - 1); Sce ₂ = Distanza media dal punto panoramico (m) (0 - 1) Sce ₃ = Superficie (0 - 1); Sce ₄ = Elevazione (0 - 1); Sce ₅ = Contrasto di colore dai siti adiacenti (0 - 1) Sci ₁ = Interesse paléogeografico (0 - 1); Sci ₂ = Rappresentatività (0 - 1); Sci ₃ = Area (0 - 1); Sci ₄ = Rarità (0 - 1) Sci ₅ = Integrità (0 - 1); Sci ₆ = Interesse ecologico (0 - 1) Cult ₁ = Usanze culturali e storiche (0 - 1); Cult ₂ = Rappresentazione iconografica (0 - 1) Cult ₃ = Rilevanza storica ed archeologica (0 - 1); Cult ₄ = Rilevanza religiosa e metafisica (0 - 1) Cult ₅ = Eventi artistici e culturali (0 - 1) Eco ₁ = Accessibilità (0 - 1); Eco ₂ = Rischi naturali (0 - 1); Eco ₃ = N° annuale di visitatori nella regione (0 - 1) Eco ₄ = Livello di protezione ufficiale (0 - 1); Eco ₅ = Attrattività (0 - 1) Deg ₁ = Superficie utilizzata (ha) (0 - 1); Deg ₂ = N° di infrastrutture (0 - 1) Deg ₃ = Occupazione stagionale (giorni) (0 - 1); Deg ₄ = Occupazione giornaliera (ore) (0 - 1) Mod ₁ = Utilizzo del valore scenico (0 - 1); Mod ₂ = Utilizzo del valore scientifico (0 - 1) Mod ₃ = Utilizzo del valore culturale (0 - 1); Mod ₄ = Utilizzo del valore economico (persone) (0 - 1)
Pereira, Pereira e Caetano Alves (2008)	$(UsV + PrV) = \text{Valore di gestione}$ $UsV = (Ac + Vi + Gu + Ou + Lp + Eq) = (0 - 7)$	Ac = Accessibilità (0 - 1.50); Vi = Visibilità (0 - 1.50) Gu = Uso attuale dell' interesse geomorfologico (0 - 1.50) Ou = Uso attuale dell' interesse naturale e culturale (0 - 1); Lp = Protezione legale / Limitazioni di uso (0 - 1) Eq = Attrezzature e servizi di supporto (0 - 1)

(segue tab. 3b)

Equazioni per la quantificazione dell'impatto ambientale sui geomorfositi		
Riferimenti	Equazioni	Parametri
Rivas e altri (1997) Rivas e altri (1997) Bonachea e altri (2005)	Su Unità di Paesaggio $I_i = (Q_{post} - Q_{pre}) V_i$ $V_i = V P_p$ = Incidenza visuale Su SGI (Siti di Interesse Geomorfologico) $I_i = (V_{sgi\ post} - V_{sgi\ pre})$ = Impatto su SGI; $I_{tot} = \sum I_i$ $I_e = S Pr R s I$ = Impatto su ecosistemi altamente produttivi $I_b = S R s I K$ = Impatto su biotopi	Q = Valore intrinseco; V = Area dalla quale il progetto è visibile; Pp = Percepibilità = (abitanti + turisti) C_i = Grado di preservazione (0 - 4); Q_i = Qualità intrinseca (0 - 4); P_i = Potenziale di utilizzo (0 - 4)
Panizza (1999; 2001)	$I = Q - Q D = Q (1 - D)$ = Impatto diretto; $I_{tot} = \sum I$ (morfologie differenti)	D = Grado di danneggiamento = (0 - 1); Q = Qualità scientifica
Cendrero (2000) Bruschi e Cendrero (2005)	$P_i = (I W + T W + CO W + P W + M W + L W) / 4$ Minacce potenziali e protezione richiesta (0 - 1) $V_{sgl} = (Q_i + U_i + P_i) / 3$ = Valore o Merito (0 - 1) $V_{sgl} = C_i (2 Q_i + P_i) / 12$ = Valore o Merito (0 - 1)	I = Abitanti nelle vicinanze (0 - 4); T = Minacce attuali o potenziali (0, 2, 4) CO = Possibilità di raccolta di oggetti (0, 2, 4); P = Relazione con pianificazioni esistenti (0 - 4) M = Interesse per lo sfruttamento minerario (0 - 4); L = Proprietà del terreno (0, 2, 4) W = Peso di ciascun valore; $\sum W = 1$
Coratza e Giusti (2003)	$I = 1 I_f + 0.5 I_v$ $I_f = Q_{pre} - Q_{post}$ = Impatto fisico; I_v = Impatto visuale $I(f;v) = Q_{pre} - Q_{post}$; $I(f;v) = I(f;v)_n / I(f;v)_{max}$ = Impatto normalizzato (0 - 1)	
Pereira, Pereira e Caetano Alves (2008)	$PrV = (I_n + V_u)$ = Valore di protezione (0 - 3)	I_n = Integrità (0 - 1); V_u = Vulnerabilità di utilizzo come geomorfosito (0 - 2)

1994; Panizza, 2001; Coratza e Giusti, 2005; Gray, 2004; Zouros, 2004; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008) sia come valore addizionale (Zarlenga, 1996; Brancucci, Carton e Pavia, 1999; Serrano Cañadas e González Trueba, 2005; González Trueba e Serrano Cañadas, 2008). In accordo con Reynard e altri (2007) si intende qui particolarmente educativo e didattico un geomorfosito attivo o dinamico che ben rappresenti la «forma tipo» e che sia caratterizzato da processi attivi facilmente riconoscibili. A volte la valenza didattica risiede in geomorfositi complessi (*geomorphologic landscape*, Reynard, Coratza e Regolini-Bissig, 2009) quale potrebbe essere per esempio una vallata alpina dove le forme derivanti da processi potenzialmente dannosi (pericolosità geomorfologiche) sono visibili a distanza di sicurezza (es. deposito di frana, canalone di valanga e relative delle opere di difesa ecc.). La conoscenza delle evidenze morfologiche relative alla pericolosità geomorfologica costituisce infatti la base per una prima educazione alla consapevolezza dei rischi naturali e un primo passo per la loro mitigazione.

Altre caratteristiche importanti per siti di alto valore didattico sono il grado di accessibilità (Bonachea e altri, 2005; Bruschi e Cendrero, 2005; Pralong, 2005; Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa; Pereira, Pereira e Caetano Alves, 2008; Reynard, 2008; Pelfini, Garavaglia e Bollati, 2010) e un elevato valore scenico e/o estetico, che permette di attirare l'attenzione del fruitore, avvicinandolo alla comprensione dei fenomeni naturali (Carton e altri, 1994; Hooke, 1994; Panizza, 1999).

Spesso il contesto morfologico ha rappresentato la condizione fondamentale per lo sviluppo di geomorfositi culturali; basti pensare ai castelli arroccati sulle emergenze rocciose in Appennino dove elementi di storia, letteratura, arte eccetera si intrecciano offrendo opportunità per interventi didattici interdisciplinari (Bollati, Pelfini e Pellegrini, 2009).

Le proposte di valorizzazione dei geomorfositi, soprattutto se in termini di itinerari che integrano le valenze scientifiche con quelle didattico/divulgative (per studenti, turisti ecc.), devono prendere in considerazione anche i destinatari a cui le proposte sono rivolte (Coratza e Regolini-Bissig, 2009; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2004; Reynard e Berrebi, 2008). In funzione del target dell'utenza potrà essere pertanto proposto materiale illustrativo differenziato con particolare attenzione all'aspetto grafico (foto, schemi didattici ecc.) e potrà essere effettuata una promozione attenta, in collaborazione con le amministrazioni locali (Carton, Coratza e Marchetti, 2005).

Per quanto concerne gli aspetti didattici dei geomorfositi, oltre alla selezione dei siti più esemplificativi di processi e forme, è fondamentale la «traduzione» del contenuto scientifico in un linguaggio scientificamente corretto e rigoroso ma accessibile a tutti e, anche in questo caso, modulato in funzione del fruitore da raggiungere (Piacente, 1999; Pralong, 2003; Pelfini, 2007; Reynard e Berrebi, 2008; Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009). Lavori troppo specialistici, per quanto accurati, possono diventare infatti poco accessibili a un pubblico non esperto. Ne sono un esempio le guide geologiche regionali, ottimo e prezioso supporto scientifico adatto tuttavia a un pubblico specialistico.

La valenza didattica dei geomorfositi ben si applica al concetto della didattica sul terreno. L'importanza delle attività di insegnamento «in campo» è stata più volte sottolineata (Davis, 2002; Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa); l'allestimento di esercizi/attività semplificate, anche per un'utenza scolastica giovane, porterebbe alla conoscenza non solo degli elementi del paesaggio, ma anche delle tecniche di indagine tipiche della ricerca scientifica geologico-geomorfologica (Garavaglia e Pelfini, in corso di stampa).

Dopo i primi tentativi di creazione di un database di emergenze geologico-geomorfologiche di Laureti (1989) e Carton e altri (1994), sono stati via via proposti itinerari mono e pluritematici, taluni aggiornabili. Con l'introduzione di strumenti come i GIS (Geogra-

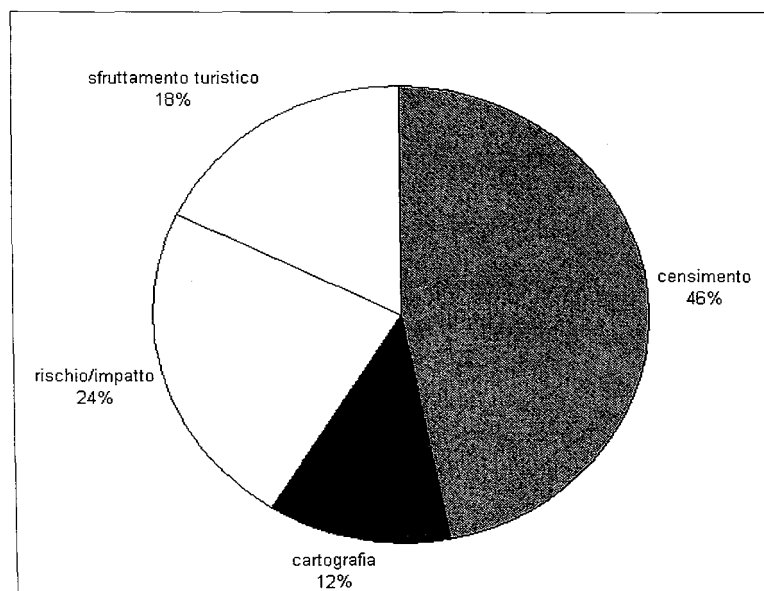


Fig. 1 – *Tipologie di analisi condotte sui geositi*

La maggior parte delle indagini si sono concentrate a tutt'oggi sull'individuazione e la quantificazione dei valori dei geomorfositi; una parte minore sull'analisi del rischio e degli impatti sui processi naturali e un'altra altrettanto limitata sulla cartografia

physical Information Systems) è possibile la creazione di percorsi georeferenziati e mappe turistico-ambientali (*tourist environmental maps*; Castaldini, Valdati e Ilies, 2005), nonché il collegamento alle diverse tappe degli stessi di materiale esplicativo, anch'esso organizzabile a diversi livelli di complessità (approfondimenti di testo, schemi, immagini, diagrammi ecc.) (Coratza e Regolini-Bissig, 2009). L'interazione dell'utente nella selezione delle tappe e del percorso più adeguato è ora realtà attraverso l'ausilio del WebGIS (Giusti e González-Díez, 2000; Carton, Coratza e Marchetti, 2005; Castaldini, Valdati e Ilies, 2005; Diolaiuti e altri, 2005; Pelfini e Carnielli, 2005), opportunità che si aggiunge alla già illustrata possibilità di aggiornamento continuo dei dati.

Le aree qualificate dal punto di vista del patrimonio geologico e geomorfologico nonché caratterizzate da itinerari tematici possono entrare a far parte della Rete Europea dei Geoparchi (*EGN – European Geopark Network*; UNESCO, 2004; Zouros, 2004). In Italia esistono 5 geoparchi riconosciuti a livello europeo (Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna, Parco Naturale delle Madonie, Parco Culturale Rocca di Cerere, Geoparco del Beigua, Geoparco dell'Adamello Brenta). I geoparchi rappresentano la principale espressione della fruizione didattica delle risorse naturali e la loro diffusione rappresenta una via efficace per lo sviluppo economico del territorio in cui i geo(morfo)siti sono inseriti, tramite forme di turismo sostenibile.

La valenza didattica dei geomorfositi dinamici: alcuni esempi dal territorio italiano. – Nell'ambito della ricerca italiana sui geositi e i geomorfositi diversi sono gli approcci utilizzati (fig. 1), e numerose sono le tipologie di geositi e geomorfositi indagati in letteratura (fig. 2).

Come si può osservare nella figura 2, il 61% dei lavori analizzati è volto al censimento dei geomorfositi. Tale valore sale al 73% se si aggiungono i prodotti cartografici che mirano a una georeferenziazione dei siti per una cartografia geoturistica. Percentuali minori riguardano le tematiche di utilizzo, rischio e impatto ambientale mentre pressoché assenti,

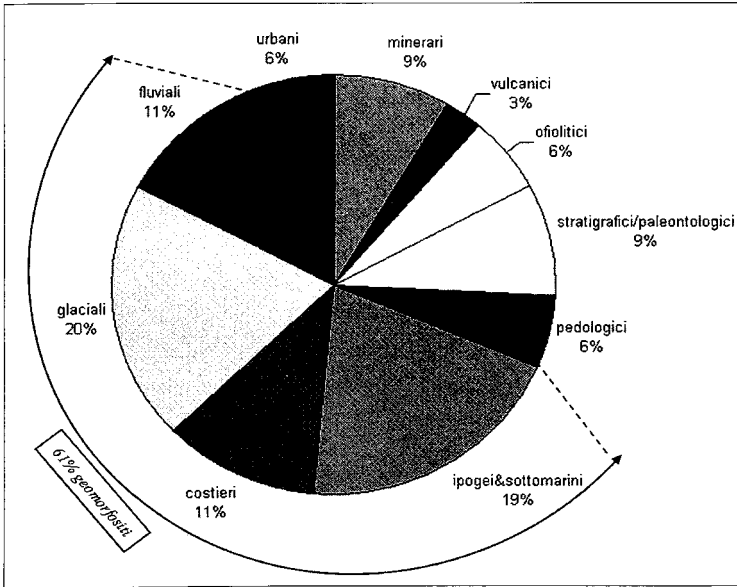


Fig. 2 – Tipologie di geositi e geomorfositi studiati in Italia

Le percentuali, rappresentate nel diagramma sono state calcolate sulla base di una ampia letteratura italiana raggruppata (circa 100 titoli) per autori e ritenuta più significativa. È da sottolineare che esistono molti censimenti delle differenti tipologie di geosito e per essi è stato prodotto anche materiale divulgativo; in questa sede sono stati però considerati i lavori di più ampio respiro e, nella maggior parte dei casi, pubblicati su riviste e manuali tematici

o inseriti nell'ambito di altre tipologie di lavori, sono gli studi relativi all'evoluzione o agli aspetti applicativi. Le tematiche affrontate rispecchiano la tipologia di geomorfositi dominanti nella regione esaminata e la geodiversità delle singole aree geografiche dove, a luoghi, si alternano la dominanza del controllo strutturale e quella del controllo climatico.

I lavori specifici sulla velocità di evoluzione dei geomorfositi sono piuttosto rari (Pelfini, 2009). Nell'ambito delle ricerche condotte dagli scriventi particolare attenzione viene posta alla velocità dei processi che interessano alcuni geomorfositi a elevata valenza didattica (fig. 3).

A titolo di esempio vengono proposti tre «siti tipo» che ben si prestano per un approccio sia scientifico sia didattico. Il primo sito (Ghiacciaio del Miage, Aosta) si inserisce nell'ambiente glaciale ed è stato scelto per enfatizzare la valenza ecologica dell'attributo scientifico e allo stesso tempo il valore culturale dei geomorfositi glaciali (Pelfini, Garavaglia e Bollati, 2010); il secondo (Brugnello, Val Trebbia, Piacenza), in ambiente fluviale, si dimostra utile per esaltare la valenza didattica di alcuni siti, dove il modellamento del paesaggio a opera del corso d'acqua è costantemente controllato dai diversi litotipi attraversati; infine nel terzo sito (Monte Oliveto Maggiore, Siena), in ambiente calanchivo, il processo erosivo tipico dei calanchi è visibilmente in grado di interagire con gli elementi antropici in esso inseriti.

Il geomorfosito «Ghiacciaio del Miage» (Gruppo del M. Bianco, Aosta) rappresenta un interessante esempio di sito ad alto valore scientifico-ecologico, culturale (Pelfini e Smiraglia, 2003; Pelfini, Bozzoni e Santilli, 2005). Si tratta del più rappresentativo «ghiacciaio nero» o *debris covered glacier* italiano, un ghiacciaio vallivo la cui lingua risulta ormai coperta da uno strato continuo di detrito che ne modifica la risposta alle condizioni climatiche. La presenza di vegetazione arborea epiglaciale ben sviluppata costituisce un elemento di unicità sulle Alpi italiane conferendo un elevato grado di rarità al geomorfosito (Pelfini, Bozzoni e Santilli, 2005). La capacità delle piante di registrare nelle caratteristiche morfologiche degli anelli di accrescimento le sollecitazioni glaciali ha permesso, nel caso di questo ghiacciaio, di studiare nel dettaglio il passaggio di un'onda cinemática cioè di un trasferimento di massa verso valle, tradottosi in un sollevamento e successivo abbas-

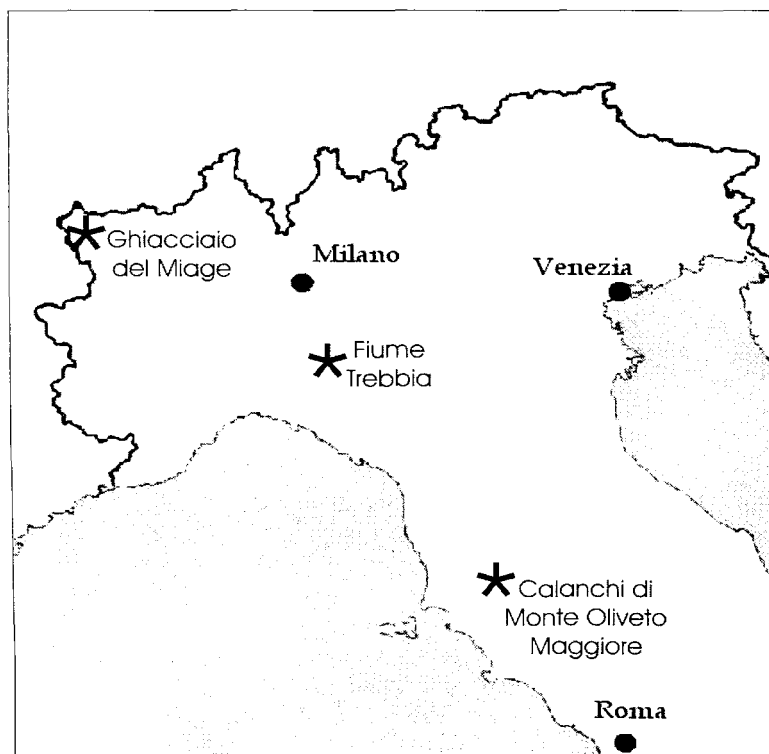


Fig. 3 – Localizzazione dei geomorfositi dinamici proposti come esempio di elevata valenza didattica di siti in cui i processi sono tuttora attivi

samento della porzione terminale della lingua glaciale con conseguente destabilizzazione delle piante (Pelfini e altri, 2007b; Pelfini, 2008). In questo caso la vegetazione arborea ha rappresentato dapprima un'importante valenza ecologica e successivamente è diventata uno strumento di lettura della storia glaciale recente, incrementando così l'attributo scientifico del geomorfosito (Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009; Pelfini, Garavaglia e Bollati, 2010) (fig. 4).

Nel contesto fluviale del Fiume Trebbia (Appennino Settentrionale), considerabile un geomorfosito complesso, lungo il quale sono stati già riconosciuti dei SIC (Siti di Importanza Comunitaria), è stata evidenziata la valenza didattica di alcuni elementi morfologici. Parte del sito è infatti ubicato all'interno della Finestra tettonica di Bobbio e il territorio è caratterizzato da forme ben sviluppate e rappresentative del paesaggio fluviale. Oltre a presentare un elevato valore scientifico, il sito offre un'occasione per lo sviluppo di applicazioni didattiche. Lungo il corso del fiume, si incontrano sia elementi culturali in stretta relazione alla morfologia del territorio (es. Brugnello, Castello di Rivalta), sia testimonianze molto chiare delle variazioni dell'alveo del fiume nel corso del tempo (Bollati, Pelfini e Pellegrini, 2009) (fig. 5). La buona accessibilità e la multidisciplinarietà degli approcci possibili rende questo sito ideale per affrontare in ambito didattico diversi argomenti tra cui il rapporto tra processi geomorfologici e struttura geologica e/o litologia e il rapporto tra tipologia di vegetazione e litologia (es. Ofioliti di Ponte Barberino). In quest'ultimo caso gli endemismi della vegetazione (flora a serpentinfite; Vercesi, 2005) contribuiscono alla determinazione della valenza e del ruolo di supporto ecologico del substrato geologico.



Fig. 4 – Ghiacciaio del Miage (Valle d'Aosta, Massiccio del Monte Bianco), geomorfosito glaciale di alto valore scientifico in termini di valenza didattica ed ecologica

La vegetazione epiglaciale, muovendosi verso valle in accordo con i movimenti del ghiacciaio e sollecitata dagli stessi, registra negli anelli annuali i disturbi legati alla dinamica glaciale e risulta uno strumento fondamentale per la ricostruzione della stessa. Nell'immagine è possibile vedere il ghiacciaio con un particolare del lobo meridionale

Un geomorfosito particolarmente rappresentativo dei processi naturali tuttora in atto è costituito dai calanchi appenninici. Nel sito proposto «Monte Oliveto Maggiore» (Appennino Centrale, Siena) la morfologia a calanchi è ben sviluppata e spettacolare (Crete Senesi; Patrimonio dell'UNESCO dal 2004). In questa situazione i processi che hanno reso la regione scenicamente accattivante, sono gli stessi che sono responsabili dello smantellamento graduale dei calanchi, processo che col tempo potrebbe interessare anche gli elementi antropici al contorno, elementi che contribuiscono ad aumentare il valore culturale del sito stesso (fig. 6). Ricerche in corso (Pelfini e altri, 2009; Pelfini, Diolaiuti e Smiraglia, 2009) in collaborazione con i ricercatori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma «La Sapienza» mirano alla stima del tasso di arretramento delle scarpate su cui è ubicata l'Abbazia di Monte Oliveto Maggiore attraverso l'integrazione di tecniche geomorfologico-quantitative e dendrocronologiche (Bollati e altri, 2009). Questi tre casi rappresentano senza dubbio situazioni esemplari in differenti contesti climatici; documentando situazioni altamente dinamiche e mutevoli, essi costituiscono ottime occasioni per rispondere ai presupposti base per la definizione dei geomorfositi cioè siti che permettono di illustrare la storia e la dinamica del pianeta, ma che necessitano un monitoraggio adeguato per poterne prevedere l'evoluzione.



Fig. 5 – Brugnello (Val Trebbia, Appennino Settentrionale, Piacenza), geomorfosito attivo ad alto valore scenico, scientifico e culturale

Il geomorfosito, inserito tra i SIC (Siti di Importanza Comunitaria) dal 1995 (Meandri di San Salvatore), è caratterizzato da morfologie fluviali a meandri incassati particolarmente sviluppate ed è situato all'interno della Finestra tettonica di Bobbio, elemento fondamentale per la ricostruzione dell'evoluzione dell'Appennino Settentrionale; esso è inoltre caratterizzato da alto valore scenico ed è tuttora esposto alla continua azione dei processi fluviali che lo hanno generato

Conclusioni. – I geomorfositi e la geodiversità rappresentano un tema di indagine di grande attualità sebbene la loro analisi comporti ancora un buon grado di soggettività. Le indagini che caratterizzano i geomorfositi hanno riguardato a tutt'oggi in prevalenza il censimento e la promozione a fini turistici, con lo scopo di trovare una metodologia comune per la quantificazione del valore intrinseco al sito. La mutevolezza delle caratteristiche dei geositi attivi e dinamici, e particolarmente interessanti dal punto di vista didattico, suggerisce come sia necessaria una continua revisione delle valutazioni e delle classificazione dei siti meritevoli di interesse. In aggiunta, tali geomorfositi risultano particolarmente esplicitivi del concetto di geodiversità, sinonimo della ricchezza paesaggistica di una regione; in questo modo la loro valenza didattica diventa di significativa importanza sia se considerati beni culturali s.l. (Panizza e Piacente, 2003) sia in termini di approccio alla lettura del paesaggio geografico e geologico-geomorfologico.

La volontà di coinvolgimento di un gran numero di fruitori nella comprensione del paesaggio attraverso le emergenze geomorfologiche più attive tuttavia deve contemplare un'attenta analisi dell'evoluzione nel tempo dei geomorfositi stessi, specie per quanto riguarda quelli sottoposti a rapidi cambiamenti sia per quanto riguarda la loro descrizione sia per quanto concerne le eventuali pericolosità a essi associate.



Fig. 6 – Abbazia di Monte Oliveto Maggiore e paesaggio delle Crete Senesi (Appennino Centrale, Siena)

Nell'ambiente calanchivo delle Crete Senesi, patrimonio dell'UNESCO dal 2004, è inserita questa abbazia dalla storia secolare, rinomata anche per la sua posizione sulla sommità di versanti in costante evoluzione e di forte impatto visivo. In contesti come questo, caratterizzati dalla pericolosità dei fenomeni di erosione e dalla vulnerabilità costituita dalla presenza dell'elemento antropico, l'analisi del rischio diventa prassi necessaria per una corretta fruizione turistica del sito (Bollati e altri, 2009)

In questo senso le analisi focalizzate sulla stima dell'evoluzione dei processi che interessano geomorfositi di alto valore, come illustrato negli esempi, costituiscono un passaggio importante per lo studio dell'evoluzione del geomorfosito stesso (attributo scientifico), per i suoi valori aggiunti (tra cui quello didattico) nonché per una corretta gestione degli stessi. La conoscenza di queste dinamiche potrebbe infatti risultare utile non solo nel settore dell'educazione, ma anche per una gestione e per una fruizione corretta dell'ambiente che ci circonda.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AGUIRRE P.A., *Sites of Geological interest (SGIs). Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*, Strasburgo, Icelandic Institute of Natural History, 2000.
- ALEXANDROWICZ Z. e W.A.P. WIMBLEDON, *The Concept of World Lithosphere Reserves*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999, 54, pp. 347-352.

- BARCA S. e F. DI GREGORIO, *Proposta metodologica per il rilevamento dei monumenti geologici e geomorfologici*, in «Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia», 1991, 83, pp. 25-31.
- BELL F.G., *Geologia ambientale: teoria e pratica*, Bologna, Zanichelli, 2001.
- BELO M. e altri, *Un nuovo tema di ricerca in glaciologia applicata. L'utilizzo turistico dei ghiacciai, conoscenze attuali e risultati del primo studio pilota sulla Alpi italiane*, in R. TERRANOVA, M. FIRPO e P. BRANDOLINI (a cura di), *Valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale*, Bologna, Pàtron, 2005, pp. 317-344.
- BERTACCHINI M. e altri (a cura di), *I Beni Geologici della Provincia di Modena*, Modena, Artioli Editore, 1999.
- BOLLATI I. e altri, *Predicting Erosion Entity on Geomorphosites of High Cultural Values: Integration between Geomorphological and Dendrochronological Analysis*, Abstract, 7^o International Conference of Geomorphology (Melbourne, 6-11 July 2009), 2009.
- BOLLATI I., M. PELFINI e L. PELLEGRINI, *The Didactic Valence of a Complex Fluvial Geo(morpho)site: Dendrochronology, Vegetation, Petrography and History as Tools for an Integrated Landscape Reading*, Abstract, 3^o Conferenza Nazionale AIGEO (Modena e Alta Val Badia, 13-18 settembre 2009), 2009.
- BONACHEA J. e altri, *An Approach for Quantifying Geomorphological Impacts for ELA of Transportation Infrastructures: A Case Study in Northern Spain*, in «Geomorphology», 2005, 66, pp. 94-117.
- BOZZONI M. e M. PELFINI, *Pericolosità geomorfologiche e vulnerabilità lungo i sentieri turistici dell'ambiente alpino: proposta metodologica per la loro individuazione e rappresentazione*, in M. PICCAZZO, P. BRANDOLINI e M. PELFINI (a cura di), *Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche*, Bologna, Pàtron, 2007, pp. 29-46.
- BRANCUCCI G., M. CARTON e G. PAVIA, *Scheda inventario Geositi*, in «GeoItalia», 1999, 4, pp. 43-49.
- BRANDOLINI P. e altri, *La valutazione della pericolosità geomorfologica in aree turistiche*, in M. PICCAZZO, P. BRANDOLINI e M. PELFINI (a cura di), *Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche*, Bologna, Pàtron, 2007, pp. 11-18.
- BRUSCHI V.M. e A. CENDRERO, *Geosite Evaluation; Can We Measure Intangible Values?*, in S. PIACENTE e P. CORATZA (a cura di), *Geomorphological Sites and Geodiversity*, in «Il Quaternario», 2005, vol. spec., 18, 1, pp. 293-306.
- CARTON A. e altri, *Ricerche ambientali per l'individuazione dei beni geomorfologici. Metodi ed esempi*, in «Il Quaternario», 1994, 7, 1, 1994, pp. 365-372.
- CARTON A., P. CORATZA e M. MARCHETTI, *Guidelines for Geomorphological Sites Mapping: Examples from Italy*, in «Géomorphologie: relief, processus, environnement», 2005, 3, pp. 209-218.
- CASTALDINI D., J. VALDATI e D.C. ILIES, *The Contribution of Geomorphological Mapping to Environmental Tourism in Protected Areas: Examples from the Appennines of Modena (Northern Italy)*, in «Revista de Geomorfologie», 2005, 7, pp. 91-106.
- CAVALLIN A. e altri, *The Role of Geomorphology in Environmental Impact Assessment*, in «Geomorphology», 1994, 9, pp. 143-153.
- CENDRERO A., *Patrimonio geológico; diagnóstico, clasificación y valoración*, in J. PALACIO (a cura di), *Jornadas sobre Patrimonio geológico y Desarrollo sostenible*,

- Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, 2000, pp. 23-37.
- CENDRERO A. e M. PANIZZA, *Geomorphology and Environmental Impact Assessment: An Introduction*, in «Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria», 1999, III, 3, pp. 167-172.
- CORATZA P. e C. GIUSTI, *Proposta metodologica per la valutazione dell'Impatto sulla Qualità scientifica dei geomorfositi*, in S. PIACENTE e G. POLI (a cura di), *La memoria della Terra. La Terra della Memoria*, Bologna, L'Inchiostroblu, 2003, pp. 110-113.
- CORATZA P. e C. GIUSTI, *Methodological Proposal for the Assessment of the Scientific Quality of Geomorphosites*, in S. PIACENTE e P. CORATZA (a cura di), *Geomorphological Sites and Geodiversity*, in «Il Quaternario», 2005, vol. spec., 18, 1, pp. 307-313.
- CORATZA P. e G. REGOLINI-BISSIG, *Methods for Mapping Geomorphosites*, in E. REYNARD, P. CORATZA e G. REGOLINI-BISSIG (a cura di), *Geomorphosites. Assessment, Mapping and Management*, Monaco, Pfeil Verlag, 2009, pp. 89-104.
- DAMIANI V., *In Order to Obtain the Best Conservations it not Sometimes Better not to Divulge the Place of Findings?*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999, 54, pp. 335-337.
- DAVIS R.L., *The Value of Teaching About Geomorphology in Non-traditional Settings*, in «Geomorphology», 2002, 47, pp. 251-260.
- DI FIDIO M., *Tutela dell'ambiente naturale*, Milano, Pirola Editore, 1982.
- DIOLAIUTI G. e altri, *Mountain Glaciers as Vulnerable and Changeable Geomorphological Sites. Researches of Human Use, Impact and Assessment on the Italian Alps*, in MEXICAN SOCIETY OF GEOMORPHOLOGY (a cura di), «*Geomorphic Hazards: Towards the Prevention of Disasters*». Abstract of IAG Reg. Geomorph. Conf., Città del Messico, 26 ottobre-2 novembre 2003.
- DIOLAIUTI G. e altri, *Natural Assets in Glacialized Areas and the Use of GIS for the Valorization of High-mountain Regions*, in S. PIACENTE e P. CORATZA (a cura di), *Geomorphological Sites and Geodiversity*, in «Il Quaternario», 2005, vol. spec., 18, 1, pp. 275-283.
- DIOLAIUTI G. e C. SMIRAGLIA, *Changing Glaciers in a Changing Climate: How Vanishing Geomorphosites Have Been Driving Deep Changes in Morphology and Ecology of High Mountain Landscape*, Coll. Int. «Géomorphosites 2009: imagerie, inventaire et valorisation du patrimoine en géomorphologie», Parigi, 2009.
- ELLIS N.V. e altri (a cura di), *An Introduction to the Geological Conservation Review*, Peterborough, Joint Nature Conservation Committee, 1996.
- GARAVAGLIA V. e M. PELFINI, *Glacial Geomorphosites and Related Landforms: A Proposal for a Dendrogeomorphological Approach for Educational Trails*, in «Geoheritage», in corso di stampa.
- GARAVAGLIA V., M. PELFINI e I. BOLLATI, *The Influence of Climate Change on Glacier Geomorphosites: The Case of Two Italian Glaciers Investigated Through Dendrochronology*, in «Géomorphologie: revues, reliefs, processus», 2010, 2, pp. 153-164.
- Geotope Conservation in Germany. Guidelines of the Geological Surveys of the German Federal State*, Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz, 1996 («Angewandte Landschaftsökologie», 9).

- GISOTTI G., *Rapporti tra formazioni geologiche e paesaggio: il paesaggio geologico*, in «Bollettino del Servizio Geologico Italiano», 1993, 59, pp. 137-152.
- GISOTTI G. e F. ZARLENGA (a cura di), *Geologia ambientale. Principi e metodi*, Palermo, Dario Flaccovio Editore, 2004.
- GIUSTI C. e A. GONZALEZ-DIEZ, *A Methodological Approach for the Evaluation of Impacts on Sites of Geomorphological Interest (SGI), Using GIS Techniques*, in K.J. BEEK e M. MOLENAAR (a cura di), *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. XIXth Congr. Int. Soc. Photogr. and Rem. Sensing. Amsterdam*, 23, Part suppl. 7B, 2000, pp. 47-53.
- GONZALEZ TRUEBA J.J. e E. SERRANO CANADAS, *La Valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos. Su aplicación al parque nacional de los Picos de Europa*, in «Boletín de la AGE», 2008, 47, pp. 175-194.
- GRANDGIRARD V., *Géomorphologie et gestion du patrimoine naturel. La mémoire de la Terre est notre mémoire*, in «Geographica Helvetica», 1997, 62, 2, pp. 47-56.
- GRANDGIRARD V., *L'évaluation des géotopes*, in «Geologia Insubrica», 1999 (a), 4, 1, pp. 59-66.
- GRANDGIRARD V., *An Inventory of Geomorphological Geotopes in the Canton Fribourg (Switzerland)*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999 (b), 54, pp. 273-277.
- GRAY M., *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, Chichester, Wiley, 2004.
- HARLEY M.J., *Regionally Important Geological Sites (RIGS)*, in «Earth Science Conservation», 1989, 26.
- HOOKE J.M., *Strategies for Conserving and Sustaining Dynamic Geomorphological Sites*, in D. O'HALLORAN e altri (a cura di), *Geological and Landscape Conservation*, Londra, Geological Society Editor, 1994, pp. 191-195.
- KRIEG W., *Progress in Management for Conservation of Geotopes in Europe*, in «Geologia Balcanica», 1996, 26, 1, pp. 13-14.
- LAPO A.V., *Criteria for Revealing Geosites in an Effort to Compile a Global List*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999, 54, pp. 299-302.
- LAURETI L., *I contenuti tematici di un sistema informativo geografico per l'ambiente: il catasto delle emergenze geomorfologiche*, in «Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia», 1989, 27, 78-79, pp. 45-47.
- LUGON R. e E. REYNARD, *Pour un inventaire des géotopes du Canton du Valais*, in «Bulletin Murithienne», 2003, 121, pp. 83-97.
- MASSOLI NOVELLI R., *Geositi e paesaggio*, in «Geologia dell'Ambiente», 2001, 9, 2, pp. 36-40.
- NANGERONI G., *Protezione dei fenomeni geologici e geomorfologici in Italia*, in «Natura», Società Italiana di Scienze Naturali, 1969, 69, 1, pp. 10-22.
- PANIZZA M., *The Geomorphological Approach to Land Assessment*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999, 54, pp. 381-383.
- PANIZZA M., *Geomorphosites: Concepts, Methods and Examples of Geomorphological Survey*, in «Chinese Science Bulletin», 2001, 46, pp. 4-6.

- PANIZZA M., *Le Scienze della Terra in un paesaggio culturale integrato: prospettive di didattica e di ricerca*, in «Acta apuana», 2005, Suppl. IV, pp. 11-18.
- PANIZZA M., S. PIACENTE, *Geomorphological Asset Evaluation*, in «Zeitschrift für Geomorphologie», 1993, 37, pp. 13-18.
- PANIZZA M. e S. PIACENTE, *Geomorfologia culturale*, Bologna, Pitagora Editore, 2003.
- PANIZZA M. e S. PIACENTE, *Cultural Geomorphology and Geodiversity*, in E. REYNARD, P. CORATZA e G. REGOLINI-BISSIG (a cura di), *Geomorphosites. Assessment, Mapping and Management*, Monaco, Pfeil Verlag, 2009, pp. 35-48.
- PANIZZA M., M. MARCHETTI e A. PATRONO, *A Proposal for a Simplified Method for Assessing Impacts on Landforms*, in «ITC Journal», 1995, 4.
- PELFINI M. (in collaborazione con V. GARAVAGLIA e M. SANTILLI), *Geografia Fisica, Geomorfologia e Itinerari Didattici in Ambiente Alpino*, in «Ambiente Società Territorio. Geografia nelle Scuole», 2007, 4, pp. 24-26.
- PELFINI M., *Ricerche dendroglaciologiche sul Ghiacciaio del Miage*, in «L'informatore agricolo», 2008, 24, 1, pp. 30-39.
- PELFINI M., *La rapida evoluzione dei geomorfositi glaciali e la relativa influenza sulle valenze dell'attributo scientifico: il caso del Ghiacciaio del Miage*, in V. AGNESI (a cura di), *Ambiente geomorfologico e attività dell'uomo. Risorse, rischi, impatti. Atti del II Convegno Nazionale A.I.Geo. (Torino, 28-30 marzo 2009)*, in «Memorie della Società Geografica Italiana», 2009, LXXXVII, pp. 131-143.
- PELFINI M. e altri, *Increasing Risk on Alpine Italian Mountain Trails*, in F.M. PRICE (a cura di), *Global Changes in Mountain Regions*, Londra, Sapiens Publishing, 2006, pp. 255-256, Abstract esteso.
- PELFINI M. e altri, *Rappresentazione in carta delle caratteristiche dei sentieri ai fini della mitigazione del rischio geomorfologico*, in «Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia», 2007 (a), 126-127-128, pp. 101-123.
- PELFINI M. e altri, *Investigating Surface Movements of Debris-covered Miage Glacier, Western Italian Alps, Using Dendroglaciological Analysis*, in «Journal of Glaciology», 2007 (b), 53, 180, pp. 141-152.
- PELFINI M. e altri, *Geotourist Trails: A Geomorphological Risk-impact Analysis*, in E. REYNARD, P. CORATZA e G. REGOLINI-BISSIG (a cura di), *Geomorphosites. Assessment, Mapping and Management*, Monaco, Pfeil Verlag, 2009, pp. 131-144.
- PELFINI M. e T. CARNIELLI, *Beni ambientali e GIS: considerazioni ed esempi per l'ambiente di alta montagna*, in M. AZZARI e A. FAVRETTO (a cura di), *IV Workshop Beni Ambientali e Culturali e GIS, dalla cartografia del passato al telerilevamento*, Firenze, Firenze University Press, 2005 (CD-Rom).
- PELFINI M. e M. SANTILLI, *Dendrogeomorphological Analyses on Exposed Roots Along Two Mountain Hiking Trails in the Central Italian Alps*, in «Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography», 2006, 88, 3, pp. 223-236.
- PELFINI M. e C. SMIRAGLIA, *I ghiacciai, un bene geomorfologico in rapida evoluzione*, in «BSGI», 2003, pp. 521-544.
- PELFINI M., M. BOZZONI e M. SANTILLI, *Il Ghiacciaio del Miage: un geosito dalla peculiare valenza ecologica*, in «SLM - Sopra il Livello del Mare», 2005, 23, pp. 8-15.
- PELFINI M., G. DIOLAIUTI e C. SMIRAGLIA, *Proposte ed esempi di fruizione turistica dell'alta montagna glacializzata: metodi di indagine per la percezione dei beni geomor-*

- fologici e per la loro valorizzazione, in F. ADAMO (a cura di), *Turismo e territorio in Italia. I Contributi alle giornate di Geografia del Turismo 2001 e 2002*, Bologna, Pàtron, 2004, pp. 355-363.
- PELFINI M., G. DIOLAIUTI e C. SMIRAGLIA, *Geomorfositi glaciali e turismo: evoluzione, pericolosità e rischi. Il caso del Ghiacciaio del Miage (Monte Bianco), Valle d'Aosta*, in P. CORATZA e M. PANIZZA (a cura di), *Il patrimonio geomorfologico come risorsa per un turismo sostenibile*, Mantova, SAP Società Archeologica, 2009, pp. 99-118.
- PELFINI M., V. GARAVAGLIA, I. BOLLATI, *Dendrogeomorphological Investigations for Assessing Ecological and Educational Value of Glacial Geomorphosites. Two Examples from the Italian Alps*, in «Geovision», 2010, 35, pp. 81-96.
- PEREIRA P., D. PEREIRA, e M.I. CAETANO ALVES, *Geomorphosite Assessment in Montesinho Natural Park (Portugal). A Method for Assessing «Scientific» and «Additional Values» of Geomorphosites*, in «Boletín de la AGE», 2008, 47, pp. 397-399.
- PIACENTE S., *Sensibilità geologica e consenso sociale*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999, 54, pp. 451-454.
- PIACENTE S., *Geosites and Geodiversity for a Cultural Approach to Geology*, in S. PIACENTE e P. CORATZA (a cura di), *Geomorphological Sites and Geodiversity*, in «Il Quaternario», 2005, vol. spec., 18, 1, pp. 11-14.
- PIACENTE S. e G. POLI (a cura di), *La Memoria della Terra. La Terra della Memoria*, Bologna, L'Inchiostroblu, 2003.
- PICCAZZO M., P. BRANDOLINI e M. PELFINI (a cura di), *Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche*, Bologna, Pàtron, 2007.
- POLI G. (a cura di), *Geositi. Testimoni del tempo. Fondamenti per la conservazione del patrimonio geologico*, Regione Emilia-Romagna, 1999.
- PRALONG J.-P., *Valorisation et vulgarisation des sciences de la Terre: le concepts de temps et d'espace et leur application à la randonnée pédestre*, in E. REYNARD, C. HOLZMANN, D. GUERX e N. SUMMERMATTER (a cura di), *Géomorphologie et Tourisme. Actes Réun. ann. Soc. Suisse Géomorph. (SSGm)*, Université de Lausanne, Institut de Géographie («Travaux et Recherches», 24), 2003, pp. 115-127.
- PRALONG J.-P., *A Method for Assessing Tourist Potential and Use of Geomorphological Sites*, in «Géomorphologie: relief, processus, environnement», 2005, 3, pp. 189-196.
- PRALONG J.-P. e E. REYNARD, *A Proposal for the Classification of Geomorphological Sites Depending on Value*, in S. PIACENTE e P. CORATZA (a cura di), *Geomorphological Sites and Geodiversity*, «Il Quaternario», 2005, vol. spec., 18, 1, pp. 315-321.
- PRATURLON A., *Protezione dei beni geologici e paleontologici*, «Atti dei Convegni Lincei», 1986, 76, pp. 81-87.
- QUARANTA G., *Geomorphological Assets: Conceptual Aspect and Application in the Area of Croda da Lago (Cortina d'Ampezzo, Dolomites)*, in M. PANIZZA, M. SOLDATI e D. BARANI (a cura di), *1° European Intensive Course on «Applied Geomorphology»*, Modena, Istituto di Geologia, 1992, pp. 49-60.
- REYNARD E., *Geosite*, in A. GOUDIE (a cura di), *Encyclopedia of Geomorphology*, Londra, Routledge, 2004 (a), p. 440.
- REYNARD E., *Géotopes, géo(morpho)sites et paysages géomorphologiques*, in E. REYNARD e J.-P. PRALONG (a cura di), *Paysages géomorphologiques*, Université de Lausanne,

- Institut de Géographie («Travaux et Recherches, 27»), 2004 (b), pp. 124-136.
- REYNARD E., *Scientific Research ad Tourist Promotion of Geomorphological Heritage*, in «Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria», 2008, 31, 2, pp. 225-230.
- REYNARD E. e altri, *A Method for Assessing Scientific and Additional Value of Geomorphosites*, in «Geographica Helvetica», 2007, 62, pp. 148-158.
- REYNARD E. e Y. BERREBI, *Percorsi didattici e aspettative del pubblico*, in R. PIGNONE e M. PANIZZA (a cura di), *Geologia e turismo: beni geologici e geodiversità. Atti del 3° Congresso Nazionale Geologia e Turismo (Bologna, 1-3 marzo 2007)*, Bologna, Tipografia Moderna, 2008, pp. 15-21.
- REYNARD E. e M. PANIZZA, *Géomorphosites: définition, évaluation et cartographie. Une introduction*, in «Géomorphologie: relief, processus, environnement», 2005, 3, pp. 177-180.
- EYNARD E., P. CORATZA e G. REGOLINI-BISSIG (a cura di), *Geomorphosites. Assessment, Mapping and Management*, Monaco, Pfeil Verlag, 2009.
- RIVAS V. e altri, *Geomorphological Indicators for Environmental Impact Assessment: Consumable and Non-consumable Geomorphological Resources*, in «Geomorphology», 1997, 18, pp. 169-182.
- ROMANI V., *Il paesaggio. Teoria e pianificazione*, Bologna, Franco Angeli, 1994.
- SERRANO CANADAS E., *Geomorphology, Natural Heritage and Protected Areas: Lines of Research in Spain*, in P. CORATZA e M. MARCHETTI (a cura di), «*Geomorphological Sites Research, Assessment and Improvement*». *Proceedings of the Workshop (Modena, 19-22 June 2002)*, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 2002, pp. 27-34.
- SERRANO CANADAS E. e J.J. GONZALEZ TRUEBA, *Assessment of Geomorphosites in Natural Protected Areas: The Picos de Europa National Park (Spain)*, in «Géomorphologie: relief, processus, environnement», 2005, 3, pp. 197-208.
- SERRANO E. e P. RUIZ-FLANO, *Geomorphosites and Geodiversity*, in E. REYNARD, P. CORATZA e G. REGOLINI-BISSIG (a cura di), *Geomorphosites. Assessment, Mapping and Management*, Monaco, Pfeil Verlag, 2009, pp. 49-62.
- SHARPLES C., *A Methodology for Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes*, Rep. Forestry Comm., Tasmania, 1993.
- SMIRAGLIA C., G. DIOLAIUTI e M. PELFINI, *Valorizzazione e salvaguardia dell'alta montagna. I sentieri naturalistici: riflessioni teoriche, realizzazioni, proposte*, in R. TERANOVA, M. FIRPO e P. BRANDOLINI (a cura di), *Valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale*, Bologna, Pàtron, 2005, pp. 306-316.
- SOCIETA GEOLOGICA ITALIANA (a cura di), *Guide geologiche regionali*, Collana BE-MA Editore, (s.d.).
- TURRI E., *Semiologia del paesaggio italiano*, Milano, Longanesi, 1979.
- UNESCO EWGESC, *International Declaration of the Rights of the Memory of the Earth*, in «Mém. Soc. Géol. France», 1994, 165.
- UNESCO, *Network of National Geoparks Seeking UNESCO's Assistance*, UNESCO, Unpubl. Rep. 2004.
- VERCESI G.V., *Plant Ecology of Ultramafic Outcrops in the Northern Apennines (Piacenza Province, Italy)*, in R.S. BOYD, A.J.M. BAKER e J. PROCTOR (a cura di), *Ultramafic Rocks: Their Soils, Vegetation and Fauna. Proceedings of the 4th International Conference on Serpentine Ecology*, 2005, pp. 157-160.

- WIEDENBEIN F.W., *Origin and Use of the Term «Geotope» in German-speaking Countries*, D. O'HALLORAN, C. GREEN, M. HARLEY, M. STANLEY e J. KNILL (a cura di), *Geological and Landscape Conservation*, Londra, Geological Society Editor, 1994, pp. 117-120.
- WIGHT P., *Tools for Sustainability in Planning and Managing Tourism and Recreation in a Destination*, in C. HALL e A.Y. LEW (a cura di), *Sustainable Tourism: A Geographical Perspective*, Harlow, A.W. Longman, 1998, pp. 75-91.
- WIMBLEDON W.A.P., *European Heritage Sites and Type Site Inventories*, in «Jb. Geol. B.-A.», 1990, 133, 4, pp. 657-658.
- WIMBLEDON W.A.P. e altri, *Geological World Heritage: GEOSITES – A Global Comparative Site Inventory to Enable Prioritisation for Conservation*, in G. GISOTTI e F. ZARLENGA (a cura di), *Atti II Symp. Conservation of our Geological Heritage*, in «Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia», 1999, 54, pp. 45-60.
- ZAGORCHEV I. e T.Z. TZANKOV, *Geological Sites of Special Scientific Importance (GSSSI): An Approach to Bulgarian and Balkan Geotopes*, in «Geologica Balcanica», 1996, 26, 1, pp. 51-56.
- ZARLENGA F., *I geotopi dalla ricerca scientifica alla pianificazione, controllo e gestione*, in «Geologia dell'Ambiente», 1996, 4, 2, pp. 3-6.
- ZOUROS N., *The European Geoparks Network. Geological Heritage Protection and Local Development*, in «Episodes», 2004, 27, 3, pp. 165-171.

THE ITALIAN LANDSCAPE: A VARIETY OF GEOMORPHOSITES RELEVANT FROM A SCIENTIFIC AND DIDACTIC POINT OF VIEW. – The Italian territory is characterized by a great variety of landscapes that can be translated in a high level of geodiversity. The sites that best symbolize this feature, be their spatially restricted or entire landscapes, are referred to as geomorphosites. They represent a quite new topic among the usual geomorphology researches and an important occasion to approach great public to the processes responsible of the modelling of the Earth's surface, starting from their aesthetic value or association with cultural heritage. After a general review of the main concept regarding geosites and geomorphosites in particular, a focus on active sites, in which the processes are going on, is proposed herein, because of their importance from a didactic point of view. In fact this kind of sites are the most effective ones, but in addition their fruition requires a detailed analysis of the deriving risk scenario in the perspective of touristic exploitation. Three examples of active geomorphosites in different geomorphological contexts (glacial, fluvial and calanchi landscapes) are illustrated in order to highlight their didactic exemplarity in term of different spatio-temporal scales of geomorphic processes.

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra

manuela.pelfini@unimi.it