

Il GIS per la gestione e la valorizzazione del patrimonio geologico: esempi in Alta Val Badia (Dolomiti, Italia)

GIS for the management and improvement of geological heritage: examples from the Upper Val Badia (Dolomites, Italy)

BARBIERI M. (*), CORATZA P. (*), PIACENTINI D. (*)

RIASSUNTO - Il Gruppo di Geomorfologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia, da anni impegnato in varie strategie per la gestione e valorizzazione del patrimonio geologico, ha individuato nelle nuove frontiere e applicazioni della cartografia digitale un valido supporto ai tradizionali strumenti di rappresentazione dei dati geografici. Con questi intenti sono stati realizzati alcuni itinerari escursionistici nell'Alta Val Badia, adatti a rappresentare un percorso di approfondimento delle tematiche geologico-geomorfologiche per la comprensione del paesaggio circostante. Ad un rilevamento di dettaglio, supportato da tecnologia GPS, è seguita una fase di implementazione in ambiente ArcGIS 8.3 delle forme più interessanti da un punto di vista scientifico e delle principali infrastrutture (rifugi, parcheggi ecc.). Gli itinerari così selezionati sono già stati pubblicati in carte geo-turistiche tradizionali. Si è poi anche proceduto alla pubblicazione dei dati su WebGIS che, integrati da spiegazioni, *hyperlink*, simulazioni di volo e visibilità virtuale da punti panoramici selezionati, costituiscono un valido e completo strumento per la fruizione gratuita *on-line* da parte di un pubblico vasto e non specialistico.

PAROLE CHIAVE: patrimonio geologico, geoturismo, itinerari geologici, webgis, dolomiti.

ABSTRACT - The Geomorphological Research Group of Modena and Reggio Emilia University, for long time involved in management and improvement of the Geological Heritage, has identified in the new frontiers and application of numerical cartography an effective medium for the representation of the geographical information. Starting from these remarks, this paper illustrates the research carried out in a sector of the Dolomites (Italy) where some geological-geomorphological itineraries have been planned. After a detailed geomorphological survey, with GPS technology, the most evident geological-geomorphological aspects, together with fundamental tourism information, have been represented within GIS (ArcGIS 8.3). Two different outputs of the research have been proposed: on the one hand a paper format and on the other hand an online format. Both of them show some selected excursion itineraries which will allow users to better appreciate the geological-geomorphological features of the surrounding landscape. The online version format allows the tourists and everyone who has access to the web, to enjoy virtual itineraries through simulation flights and hyperlinks. Availability of these maps in this latter mean is important for Territorial Management purposes, and also for the general public who can make extensive use of them.

KEYWORDS: geological heritage; geotourism; geological itineraries; webGIS; Dolomites.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia, 19 - 41100 Modena

1. - INTRODUZIONE

In questo particolare momento storico-sociale, si assiste ad una riqualificazione del turismo attraverso una maggiore attenzione per gli aspetti culturali, tra cui quelli di tipo naturalistico e, in particolare, geologico. In Italia come all'estero si sono, infatti, registrate negli ultimi tempi numerose iniziative, sia in campo legislativo sia scientifico, che evidenziano un crescente interesse nei confronti del patrimonio geologico e dello sviluppo di un turismo geologico sostenibile. Tra queste assumono particolare rilievo la "Recommendation Rec (2004) 3 of the Council of Europe on conservation of geological heritage and areas of special geological interest" (adottata dal Consiglio dei Ministri nel maggio 2004) e il recente "European manifesto on earth heritage and geodiversity". In quest'ultimo documento si evidenzia tra l'altro che "Il patrimonio naturale e la geodiversità sono una risorsa per creare opportunità di educazione, svago e turismo e per migliorare la qualità della vita nelle aree rurali e nelle città dell'Unione Europea".

Per affrontare adeguatamente e con speranza di risultati positivi il problema dello sviluppo di un turismo ambientale sostenibile e responsabile, è necessario quindi introdurre nell'offerta turistica idonei strumenti che consentano anche una facile lettura e comprensione del paesaggio (CORATZA *et alii*, 2004b). In questo senso la rappresentazione cartografica del territorio può essere considerata come un efficace strumento di comunicazione, facile, immediata ed internazionale, anche ai fini della sensibilizzazione del grande pubblico al tema della geoconservazione (CARTON *et alii*, 2005).



Fig. 1 - Inquadramento dell'area di studio.
- Location of the study area.

Il Gruppo di Geomorfologia del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia, da anni impegnato in strategie diverse per la gestione e valorizzazione del patrimonio geologico e per la divulgazione della cultura geologica, ha realizzato in un settore dell'Alta Badia (Dolomiti orientali), in stretta collaborazione con il Consorzio Turistico Alta Badia, tre itinerari escursionistici a carattere geologico-geomorfologico, particolarmente significativi dal punto di vista scientifico e spettacolari per i paesaggi attraversati. I tre itinerari, pubblicati in carte geo-turistiche tradizionali, disponibili presso gli uffici delle associazioni turistiche dell'Alta Badia (CORATZA *et alii*, 2004a), sono ora disponibili in forma elettronica e consultabili su una piattaforma WebGIS, valido supporto ai consueti strumenti di rappresentazione e divulgazione dei dati geografici.

2. - INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

Gli itinerari escursionistici sono stati appositamente selezionati all'interno di un'area della Regione Dolomitica, contraddistinta da peculiarità geologiche e geomorfologiche rilevanti e comprendente l'Alta Val Badia, nella Provincia Autonoma di Bolzano, e le vette dei gruppi del Sella e del Gardenaccia (fig. 1).

Il paesaggio dell'area, tipicamente dolomitico, è caratterizzato da dolci pendii modellati su un substrato dal comportamento plastico, che si raccordano per mezzo di ampie fasce detritiche a pareti sub-verticali, costituite da rocce dolomitiche (fig. 2). I litotipi affioranti nell'Alta Val Badia rappresentano, seppur in maniera discontinua, la successione dolomitica dal Permiano superiore al Cretaceo inferiore.

Negli alti strutturali dolomitico-carbonatici il reticolo idrografico è pressoché inesistente a causa della forte infiltrazione delle acque superficiali all'interno di fratture tettoniche o pseudocarsiche mentre, alla base dei gruppi montuosi, in corrispondenza delle formazioni pelitico-marnose, si possono osservare sistemi torrentizi con reticoli discretamente organizzati.

Il territorio presenta un clima tipicamente alpino con inverni lunghi e rigidi ed estati brevi e temperate: il mese più rigido è gennaio



Fig. 2 - Veduta panoramica di Passo Gardena da Pralongià (foto M. Marchetti).
- Panoramic view of Passo Gardena from Pralongià (photo: M. Marchetti)

e il più caldo è luglio; l'escursione termica annua è di circa 20,7°C. Le precipitazioni presentano il loro massimo nei mesi tardo primaverili ed estivi mentre i mesi meno piovosi sono quelli invernali.

I cambiamenti climatici, che si sono avvicinati da alcune centinaia di migliaia di anni fino ai giorni nostri, con successione di sistemi morfoclimatici alternativamente glaciali, periglaciali e temperati, hanno prodotto forme del paesaggio molto varie, interessanti e spettacolari, come circhi glaciali, corpi morenici, paleofrane, terrazzi ecc. Queste forme relitte contrastano con quelle attuali, di tipo gravitativo, sui versanti, e antropico, soprattutto sui fondovalle.

I principali insediamenti urbani nell'area di studio, Corvara in Badia, Colfosco, La Villa, Pedraces, San Cassiano e La Val, si caratterizzano per la limitata estensione e la spiccata vocazione turistica sia invernale che estiva. L'antropizzazione presente nell'area è principalmente collegata allo sviluppo del comprensorio sciistico che vanta una fitta rete di piste da sci e di impianti di risalita. I tipi

principali di uso del suolo sono collegabili a prati, pascoli e boschi.

3. - I RILEVAMENTI DI CAMPAGNA E LA CREAZIONE DELLA CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La fase preliminare per la realizzazione degli itinerari escursionistici ha comportato il rilevamento geomorfologico dell'area di studio alla scala 1:10.000, che ha portato alla stesura di una rappresentazione cartografica redatta secondo la legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo proposta dal GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA (1994).

Nella fase di campagna ci si è inoltre avvalsi dell'utilizzo di tecnologia GPS, soprattutto per quanto riguarda la localizzazione dei principali punti di interesse. I dati geomorfologici di campagna sono stati acquisiti nel formato shape, in ambiente ArcGIS 8.3, e proiettati nel sistema di riferimento Gauss-Boaga (*Datum Roma40*). A ciascun elemento

TAB. 1 - *Tipologia dei livelli tematici implementati nel sistema WebGIS e organizzazione delle tabelle ad essi associate.*

- Typology of thematic levels implemented in the WebGIS and organization of related tables.

Livello tematico	Tipologia livello	Informazioni associate
Doline	Punti	ID, grado di attività
Parcheggi	Punti	ID, numero di posti, tariffe, possibilità di parcheggio pulman
Punti di interesse	Punti	ID (hyperlink con descrizione e foto), quota
Colate di detrito	Linee	ID, datazione, grado di attività
Scarpare	Linee	ID, tipologia, grado di attività
Viabilità	Linee	ID, tipologia (inclusi sentieri), accessibilità con automezzi, accessibilità pedonale, accessibilità con biciclette, accessibilità per persone diversamente abili
Corpi di frane	Poligoni	ID, tipologia, grado di attività, interesse
Laghi	Poligoni	ID, nome, origine, profondità massima, note
Morene glaciali	Poligoni	ID, datazione, grado di attività
Depositi palustri	Poligoni	ID, tipo di sedimento, datazione

cartografico sono state attribuite informazioni tipologiche e di stato di attività (tab. 1).

Dalla carta geomorfologica così ottenuta si è poi passati alla selezione delle zone maggiormente significative a fini turistici e dei sentieri di pertinenza. Successivamente si è cercato di mettere in risalto gli elementi geomorfologici più evidenti che il turista avrebbe potuto osservare e riconoscere autonomamente, ricavando così una “carta geomorfologica semplificata”. A questa sono stati infine aggiunti i principali punti di interesse e i migliori punti di osservazione, nonché le principali informazioni relative alle infrastrutture potenzialmente utili (rifugi, parcheggi, aree attrezzate, ecc.).



Fig. 3 - *Deplianti degli itinerari realizzati.*
- Tourist brochures of the itineraries.

4. - LA PUBBLICAZIONE DEGLI ITINERARI

Una corretta diffusione dei dati raccolti in campagna, estesa a diversi livelli e target, è stata considerata un efficace strumento per una corretta gestione e protezione dinamica nonché per una vincente valorizzazione del ricco patrimonio geologico dell'area. Con questi presupposti i percorsi geologico-culturali rilevati sono stati pubblicati sia su supporto cartaceo che informatizzato. Entrambi i formati, potendo anche contare su rappresentazioni e materiale descrittivo opportunamente concepito e sperimentato, ben si prestano ad essere utilizzati dal vasto pubblico.

4.1. - IL PIEGHEVOLE

Gli itinerari escursionistici individuati sono stati riportati su carte pieghevoli che coniugano i più evidenti aspetti geologico-geomorfologici con le informazioni turistiche fondamentali (fig. 3). In particolare, per quanto riguarda gli aspetti geologico-geomorfologici, sono stati evidenziati solo quegli elementi del paesaggio che il turista può osservare e riconoscere autonomamente. Nella loro rappresentazione si è, inoltre, cercato di usare una simbologia chiara e semplice evitando, nella descrizione, l'uso di termini troppo specialistici. Le indicazioni turistiche sono state rappresentate mediante simboli convenzionalmente codificati con l'obiettivo di fornire informazioni di carattere generale e logistiche.

Nel dettaglio, questi pieghevoli contengono: un inquadramento geografico generale delle Dolomiti; una illustrazione della storia geologica e geomorfologica dell'area, con particolare riferimento alla zona analizzata in dettaglio; una carta in 3D della Val Badia con i tre itinerari escursionistici, le segnavie, gli eventuali impianti di risalita collegati agli itinerari. Per agevolare la comprensione della geologia e della geomorfologia le suddette informazioni sono state corredate di fotografie, schemi geologici e schizzi stratigrafici semplificati.

Nei pieghevoli sono inoltre riportate informazioni specifiche relative ai tre itinerari: stralcio della carta topografica a scala 1:25.000 con l'itinerario messo in evidenza; indicazione delle principali forme del paesaggio (carta geomorfologica semplificata); punti di osservazione, corredate di descrizione, fotografie e didascalie esplicative.

4.2. - IL WEBGIS

Le informazioni raccolte nel corso del rilevamento di campagna e implementate in ambiente GIS sono state trasferite su un sistema server per consentire la pubblicazione dei dati in rete. I diversi livelli informativi prodotti per l'area di studio sono stati elaborati in un sistema WebGIS basato su ArcIMS 4.0.1 prodotto da ESRI® (<http://www.esri.com>). L'applicativo è stato installato su un sistema Windows 2000 dotato di webserver Apache 2.0.42 con Tomcat 4.1.12 e J2SDK1.4.0. I servizi caricati su ArcIMS sono del tipo *Image Server* basato su HTML.

La scelta è ricaduta su questa tipologia di servizio allo scopo di garantire la massima compatibilità del sito web con i diversi *browser* disponibili. L'infrastruttura così creata ha permesso di pubblicare i documenti cartografici precedentemente ottenuti sul portale <http://webgis.unimo.it> (fig. 4).

Allo scopo di rendere il sito internet più accattivante e allo stesso tempo per migliorarne la fruibilità è stata modificata l'interfaccia predefinita di ArcIMS riscrivendo parte dei template HTML e i fogli di stile (CSS). Attraverso l'implementazione di Java Script, è stato inoltre possibile realizzare una descrizione dinamica del sentiero.

In una pagina che espone gli elementi di interesse geomorfologico osservabili lungo il percorso escursionistico sono stati inseriti link che permettono di ingrandire il frame che contiene i diversi tematismi cartografici (*Map Frame*) nelle diverse zone descritte.

La presenza di un livello informativo rappresentato dai punti di interesse geomorfo-

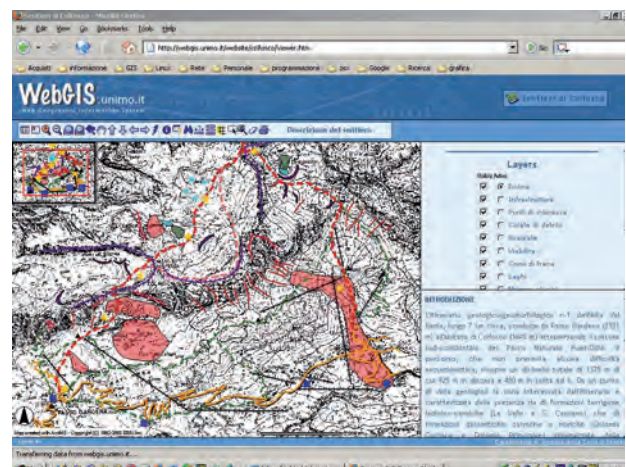


Fig. 4 - Immagine del portale.
- View of the portal.

logico e contenente, nel dato non spaziale, un campo di hyperlink, permette di caricare immagini e descrizioni relative all'itinerario (fig. 5). Queste funzionalità guidano l'utente lungo un percorso escursionistico virtuale, informandolo sulle caratteristiche geomorfologiche presenti.

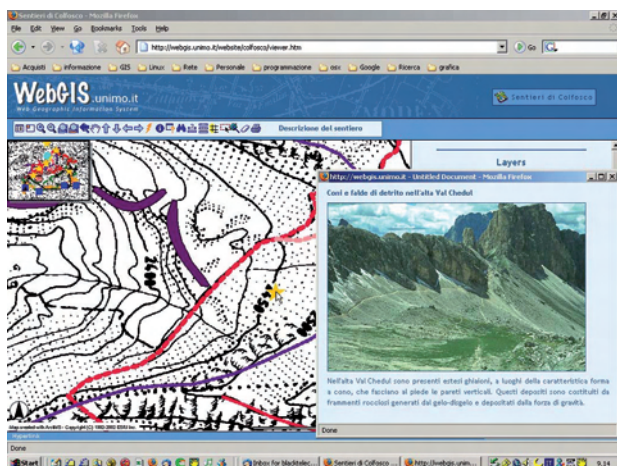


Fig. 5 - Visualizzazione dei punti di interesse dell'itinerario.
- Display of the itinerary points of interest.

5. - CONCLUSIONI

Il metodo di lavoro qui proposto, basato sullo sviluppo della cartografia digitale e delle tecnologie internet, permette di diffondere la cultura geologica in modo semplice e immediato così da rendere fruibili informazioni geologiche-geomorfologiche, appositamente formulate, anche ad un pubblico di non specialisti, che può così arricchire di nozioni scientifiche le proprie escursioni.

La divulgazione degli itinerari via web, integrata da spiegazioni, *hyperlink*, simulazioni di volo, fornisce un completo strumento per la fruizione gratuita *on-line*, consentendo un approccio conoscitivo non solo in preparazione all'uscita sul terreno, ma anche a quanti siano impossibilitati a percorrere personalmente i sentieri indicati.

Questa duplice caratteristica amplia il campo dei possibili utilizzatori anche alle persone diversamente abili che, tramite questo strumento, possono avere così la possibilità di effettuare virtualmente sentieri d'alta montagna e conoscerne il paesaggio geomorfologico.

Questo risponde alla crescente richiesta di conoscenza e comprensione del patrimonio naturale da parte dei turisti nella prospettiva di una corretta gestione e valorizzazione dell'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- CARTON A., CORATZA P. & MARCHETTI M. (2005) - *Guidelines for geomorphological sites mapping: examples from Italy*. *Geomorphologie*, 3 (2005):209-218.
- CORATZA P., MARCHETTI M. & PANIZZA M. (2004A) - *Itinerari Geologici-Geomorfologici in Alta Badia. N.1 Passo Gardena - Crespeina - Colfosco*. Università degli Studi di Modena e ReggioEmilia, Consorzio Turistico Alta Badia.
- CORATZA P., MARCHETTI M. & PANIZZA M. (2004B) - *La cartografia come strumento di gestione e di valorizzazione turistica del territorio: esempio di itinerari geologici in area dolomitica*. Atti 2° Convegno "Geologia & Turismo", Bologna, 3-4 novembre 2004: pp. 72-74.
- GRUPPO DI LAVORO PER LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA (1994) - *Carta geomorfologica d'Italia 1:50.000: guida al rilevamento*. Quad. Serv. Geol. d'It., ser. III, 4: pp.47.