

GeoDataBase geomorfologico per acquisizione dei dati tramite tecnologie mobile

di Mattia De Amicis, Fabio Olivotti, Stefano Roverato, Alice Mayer e Luca Dangella

Con questo lavoro è stato predisposto un Geodatabase (GDB) in grado di archiviare, tramite tablet e smartphone, tutti i dati che descrivono la geomorfologia di un territorio, secondo la struttura e la classificazione fornita dal Servizio Geologico Nazionale (S.G.N.) per la redazione della Carta Geomorfológica.

La penisola italiana è caratterizzata, dal punto di vista geomorfologico, da una grande varietà di fenomeni e di processi che la rendono un territorio unico al mondo. La possibilità di descriverne e classificarne gli elementi direttamente sul campo e in formato digitale è dunque un passo di fondamentale importanza per un tipo di lavoro scientifico atto a migliorare la conoscenza del nostro Paese. Al giorno d'oggi, l'uso delle tecnologie digitali nella creazione, elaborazione e gestione di dati in sostituzione alla documentazione cartacea permette una notevole riduzione dei costi e dei tempi di analisi, di gestione e di interrogazione dei dati. Qualsiasi tipo di dato spaziale può essere infatti raccolto non più su semplici supporti cartacei, ma in formato digitale e archiviato all'interno di un geodatabase.

L'obiettivo del presente lavoro è stata quindi la creazione un sistema di acquisizione di dati geomorfologici sul terreno mediante tecnologie mobile, come tablet e smartphone, classificando gli elementi ed i processi geomorfologici secondo lo standard della Carta Geomorfológica d'Italia 1:50.000, pubblicata dal Servizio Geologico Nazionale (S.G.N.).

La Carta Geomorfológica

La carta geomorfologica rappresenta in modo dettagliato la tipologia delle forme del rilievo terrestre, compreso quello sottomarino, ne interpreta l'origine in funzione dei processi geomorfici (endogeni ed esogeni), passati e presenti, che le hanno generate, e ne individua la sequenza cronologica con una particolare distinzione fra le forme attive e quelle non attive. Essa consente quindi di delineare un quadro completo

delle caratteristiche geomorfologiche del territorio studiato e offre le basi per prevederne l'evoluzione futura. A livello nazionale le linee guida per la redazione della carta geomorfologica sono descritte nel dettaglio nei Periodici Tecnici "I Quaderni" (serie III), n°4 e n°10, relativi alla Carta Geomorfológica d'Italia 1:50.000, pubblicati dall'S.G.N. Il Quaderno n°4 in particolare, comprende le linee guida per il rilevamento degli elementi geomorfologici, la simbologia per la loro rappresentazione cartografica e le note per l'uso della simbologia e la classificazione tassonomica di tutti gli elementi e processi suddivisi per classe e sottoclasse. Il Quaderno n°10 è invece composto dalla guida alla rappresentazione cartografica, dalle note sull'inquadratura marginale dei fogli geomorfologici, dalle note illustrative e l'aggiorn-

SEGNI CONVENZIONALI PER LA STAMPA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000									
SIMBOLOGIA DI TIPO PUNTUALE									
N. PUNTUALE	COEFF. S.G.N.	DESCRIZIONE	APPRESENTAZIONE ALLA SCALA 1:50.000	SPECIFICHE DIMENSIONALI	SPECIFICHE P.to ANCORRAGGIO	LINEE ATTIVE	LINEE NON ATTIVE	ALTRA LINEA	ANNOTAZIONI
001	001.0	VALI AERIFORMI						BLACK	
002	002.0	VALI A TAVOLA						BLACK	

SEGNI CONVENZIONALI PER LA STAMPA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000									
SIMBOLOGIA DI TIPO LINEARE									
N. LINEARE	COEFF. S.G.N.	DESCRIZIONE	APPRESENTAZIONE ALLA SCALA 1:50.000	SPECIFICHE DIMENSIONALI	POSIZIONE IN CAMPO CARTA	LINEE ATTIVE	LINEE NON ATTIVE	ALTRA LINEA	ANNOTAZIONI
01	001	SPALTI ARIALI						BLACK	Widened depth x 2/3
02	002	SPALTI SCOPOLI						BLACK	

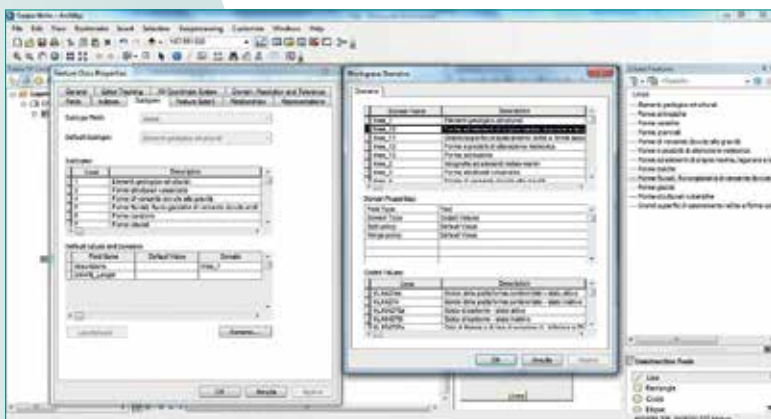


Fig. 2 – La suddivisione delle Feature Classes in subtypes e domains.

namento delle norme e infine dalla libreria dei simboli con i codici relativi e i segni convenzionali della carta geomorfologica. La classificazione tassonomica prevista dal Quaderno n°4 suddivide gli elementi geomorfologici in 13 classi mentre nel Quaderno n°10 ne viene riportata la simbologia, che dal punto di vista geometrico può essere di tipo puntuale, lineare o areale. Per ogni simbolo è inoltre presente una relativa scheda descrittiva composta da undici attributi: numero progressivo del segno convenzionale, codifica S.G.N. del quaderno n°4, identificativo cartografia numerica, descrizione del simbolo, rappresentazione alla scala della carta, geometria dei segni e specifiche dimensionali, dettagli delle trame e ancoraggi nella carta, sigle dei colori per le forme attive, sigle dei colori per le forme non

attive, sigle dei colori per altre forme e note per l'applicazione in carta (Figura 1). I primi attributi contengono le informazioni più importanti ai fini della strutturazione del geodatabase: il codice S.G.N., l'identificativo cartografico, la breve descrizione e la geometria dell'elemento. Le colonne centrali riguardano invece caratteristiche di tipo grafico per la rappresentazione dei simboli e sono state prese in considerazione per la successiva fase di creazione della simbologia. Le ultime colonne determinano infine il colore del simbolo che indica la genesi prevalente del elemento considerato. Le diverse tonalità dello stesso colore precisano lo stato di attività del processo: tonalità più accese vengono attribuite alle forme in evoluzione per processi attivi o riattivabili e tonalità più tenui alle forme

SEGNi CONVENZIONALI PER LA STAMPA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA D'ITALIA ALLA SCALA 1:50.000						
SIMBOLIA DI TIPO AREALE						
N. IDENTIFICATIVO	DESCRIZIONE	RAPPRESENTAZIONE ALLA SCALA 1:50.000	SPECIFICHE DIMENSIONALI	DETTAGLIO DELLA TRAMA	ALTRA TRAMA PER IL MATERIALE AEREO	ANNOTAZIONI
01	01A	01000	SPERDEZ VULCANI SERRAIA E DIFFUSI SERRAIAI			
02	02A	02000	SPERDEZ VULCANI SERRAIA E DIFFUSI SERRAIAI			

Fig. 1 – Estratto delle simbologie di tipo puntuale, lineare e areale tratto dai *Periodici Tecnici "I Quaderni" (serie III) n°10 del Servizio Geologico Nazionale*.

non più in evoluzione e non più riattivabili. Elementi identici ma che si originano da processi geomorfologici differenti hanno lo stesso simbolo geometrico ma si differenziano per il colore; esempi classici possono essere le scarpate (di origine tettonica, gravitativa, glaciale) e le linee di cresta (strutturali, gravitative).

La struttura del Geodatabase

Il primo passo per la predisposizione del Geodatabase è stata l'identificazione di tutti i possibili elementi geomorfologici potenzialmente cartografabili e la loro relativa classificazione, organizzando gli elementi individuati all'interno di un'unica tabella. Per la strutturazione delle tabelle del GDB sono stati estrapolati dal Quaderno 4 solo i dati necessari al raggiungimento degli obiettivi di progetto. Si è quindi costruito un GDB contenente le seguenti informazioni:

- ▶ “classe”, corrisponde alla classificazione tassonomica degli elementi in 13 classi relative ai processi geomorfologici;
- ▶ “n°classe”, ossia il numero identificativo della classe di appartenenza da 1 a 13;
- ▶ “sottoclasse”, descrizione della sottoclasse di appartenenza se previsto;
- ▶ “n°prog”, corrisponde al numero progressivo dell'elemento all'interno della libreria dei simboli del Quaderno n°10 del S.G.N.;
- ▶ “codice s.g.n.”, corrisponde al codice identificativo definito nel Quaderno n°4 del S.G.N.;
- ▶ “identificativo requisiti cartografici”, identifica la nuova codifica introdotta nel Quaderno n°10 del S.G.N.;
- ▶ “geometria”, definisce la geometria dell'elemento (puntuale, lineare o poligonale);
- ▶ “descrizione”, descrive il tipo di elemento;
- ▶ “cod_processo”, identifica il codice del processo geo-

morfologico di appartenenza secondo il Quaderno n°4 del S.G.N.;

- ▶ “modifiche”, con la lettera “v” si identifica una variazione grafica del simbolo mentre con la lettera “i” si identifica l’aggiunta di un nuovo elemento rispetto a quelli previsti nel Quaderno n°4;
- ▶ ”stato”, indica se l’elemento è in forma attiva o non attiva (quando previsto).

Nella tabella degli elementi geomorfologici ogni elemento è stato duplicato per ognuna delle tipologie geometriche con le quali può essere rappresentato e, successivamente, per ognuna delle forme previste (attiva o inattiva). In questo modo i record contenuti nella tabella rappresentano una tipologia di elemento univoca: ogni elemento possiede degli attributi univoci che lo descrivono.

Oltre agli attributi già definiti in precedenza nella tabella sono stati creati tre nuovi attributi per ogni elemento:

- ▶ l’attributo “Codice stato” che contiene le iniziali dello stato di un elemento. Viene visualizzata la lettera “a” se l’elemento si trova nella sua forma attiva mentre la lettera “i” se si trova in forma non attiva (inattiva);

lizzata la lettera “a” se l’elemento si trova nella sua forma attiva mentre la lettera “i” se si trova in forma non attiva (inattiva);

- ▶ l’attributo “Codice simbologia” che rappresenta la somma dell’attributo “identificativo requisiti cartografici” con l’attributo “Codice stato” (Es: CN102128a/CN102128i). Questo attributo è di fondamentale importanza poiché definisce dei codici univoci per ogni elemento geomorfologico. Ad ogni codice corrisponde una sola tipologia di elemento con una geometria ed uno stato di attivazione ben definito;
- ▶ l’attributo “descrizione con stato” che rappresenta l’unione del testo contenuto nel campo “descrizione” con il testo del campo “stato” separati da un trattino “ - ” (Es: Superficie a suoli striati - stato attivo, Superficie a suoli striati - stato inattivo).

Nel GDB sono stati identificati come attributi primari per la classificazione degli elementi geomorfologici, quelli relativi alla classe geomorfologica di appartenenza (campo “classe”) e quelli che ne identificano la geometria dell’elemento (campo “geometria”).

tenenza (campo “classe”) e quelli che ne identificano la geometria dell’elemento (campo “geometria”).

Costruendo la nuova banca dati secondo le classi geomorfologiche di appartenenza sarebbe stato necessario creare, per ognuna delle 13 classi geomorfologiche, tre Feature Classes per le tre diverse geometrie, ottenendo un totale di 39 diverse Feature Classes. Classificando invece i dati secondo la loro geometria si creano 3 sole Feature Class, una per ogni geometria, ed è così possibile classificare successivamente gli elementi sulla base delle 13 classi geomorfologiche utilizzando i sottotipi ed i domini nel GDB. È stata scelta la seconda ipotesi in quanto l’operatore può più facilmente identificare un elemento da mappare sulla base della sua geometria per poi classificarlo successivamente in base al processo geomorfologico di appartenenza. Inoltre il geodatabase così strutturato risulta più semplice e più facilmente interrogabile poiché contiene meno oggetti.

Si è proceduto quindi alla creazione delle tre classi di oggetti con differente geometria: puntuale, lineare e areale. Il sistema di riferimento utilizzato è il Monte Mario - Gauss Boaga fuso Ovest (EPSG 3003).

Il passo successivo è stato di creare dei “subtypes” (sottotipi) per l’ulteriore classificazione sulla base della geomorfologia. I sottotipi sono dei sottoinsiemi di funzioni in una Feature Class o oggetti in una tabella che condividono gli stessi attributi e vengono usati per classificare i dati. Sono stati in seguito creati dei domains (domini) contenenti la descrizione e la relativa codifica degli elementi appartenenti ad ogni sottotipo e geometria. Il dominio utilizzato per il nuovo geodatabase è di tipo “Coded Value” che permette di definire un elenco di valori ai quali viene associata una codifica.

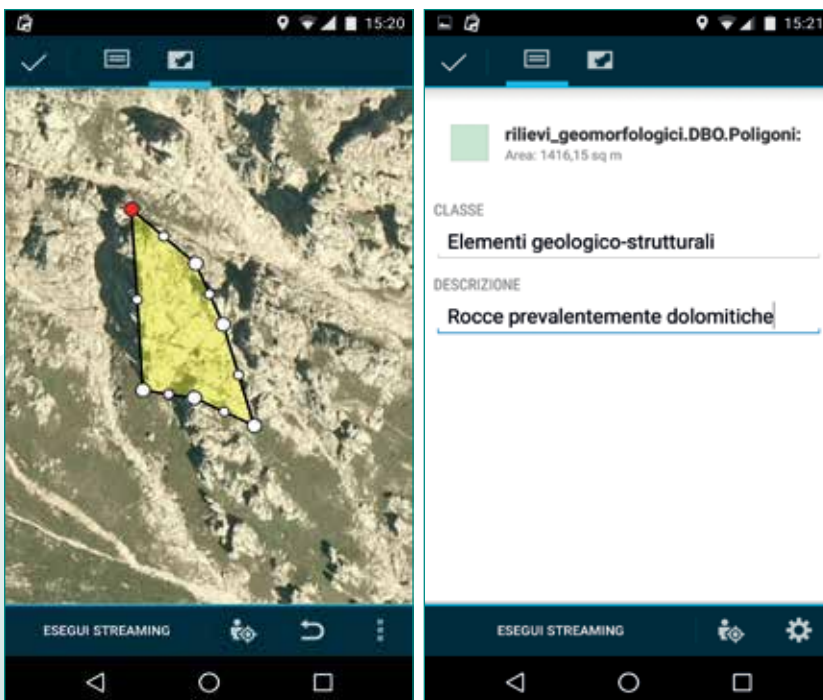


Fig. 3 – Esempio di raccolta dati tramite smartphone con l’App ESRI Collector. A sinistra l’interfaccia che permette di georeferenziare una nuova feature, a destra la form che consente di specificarne gli attributi.

Ad ognuno dei 13 sottotipi delle tre differenti Feature Classes (geometria puntuale, lineare e poligonale) è stato associato un dominio, per un totale di 39 domini. Il dominio che verrà visualizzato per classificare i dati dipenderà quindi dal subtype selezionato e dalla geometria della Feature Class in cui verranno archiviati i dati. Di conseguenza il geodatabase è composto da un totale di 39 tabelle: 13 tabelle per la geometria puntuale, 13 per quella lineare e 13 per la poligonale (cfr. Figura 2). L'ultima fase per l'organizzazione delle tabelle ha previsto la creazione di tre "relationship class" in modo da poter legare ulteriori informazioni all'elemento geomorfologico analizzato. Pertanto sono state costruite delle relazioni tra la tabella della raccolta dei dati e le Feature Classes utilizzando l'attributo "codice simbologia" come Primary Key delle relazioni poiché rappresenta un attributo univoco che individua ogni elemento senza ambiguità. Lo stesso codice è stato poi utilizzato nella fase della simbologia per assegnare ogni segno convenzionale al relativo elemento geomorfologico. In questo modo è possibile ottenere una tabella degli attributi completa, per ogni elemento o processo analizzato, di tutte le informazioni presenti nei documenti del S.G.N. Il GDB così creato è stato installato su una macchina server di tipo Mapserver che consente la scrittura e la lettura in remoto dei dati. Tramite Arcgis Server è stato attivato e reso pubblico un servizio di Feature Access, che viene richiamato in Arcgis Online con una mappa dedicata condivisa con tutti gli utenti abilitati. Tale mappa può infine essere aperta con un tablet o smartphone attraverso l'applicativo mobile ESRI Collector. Seguendo questo schema di lavoro è possibile instaurare una connessione in tempo reale tra l'operatore sul campo e il geo-

database, che consente di archiviare velocemente e facilmente i dati territoriali rilevati.

La raccolta dati sul campo

L'operatore che si troverà sul campo a raccogliere ed elaborare i dati attraverso il proprio smartphone o tablet si collegherà al geodatabase su server tramite l'applicativo ESRI Collector ed archiverà i dati definendone in primo luogo la geometria ed identificando in secondo luogo il processo geomorfologico a cui appartengono. Il primo passo nella raccolta dei dati è quindi la selezione della Feature Class di appartenenza dell'elemento da mappare (lineare, puntuale o areale); l'operatore selezionerà poi la classe geomorfologica dell'elemento mediante l'uso dei subtypes (es: Elementi geologico-strutturali) e infine potrà scegliere la descrizione che identifica l'elemento da mappare, fornita dal dominio (es: Rocce prevalentemente dolomitiche, cfr. Figura 3).

All'interno di quest'ultimo campo è già prevista una distinzione tra quegli elementi che si possono presentare in forma attiva o in forma non attiva, solo per le classi che ne prevedono la suddivisione. Questo procedimento potrà essere ripetuto per qualsiasi elemento geomorfologico analizzato e per le tre differenti tipologie di geometrie a cui appartengono.

Poiché la banca dati rispetta le direttive fornite dal Servizio Geologico Nazionale, sia in termini di struttura che a livello di simbologia, ai dati geomorfologici archiviati al suo interno è stata infine collegata una libreria di simboli (style) che permettono immediatamente agli oggetti mappati di essere visualizzati con i simboli corretti, secondo quanto riportato nel Quaderno n°10 dell'S.G.N. In tal modo si può passare direttamente dall'acquisizione dei dati sul campo alla stampa della Carta

Geomorfologica dal desktop senza dover effettuare ulteriori interventi sulla banca dati.

Conclusioni

Questo lavoro ha dimostrato come l'utilizzo di strumenti versatili come i geodatabase consenta di semplificare e velocizzare notevolmente l'attività di rilievo sul campo che, fino all'introduzione dei moderni sistemi informativi territoriali, richiedeva un notevole dispendio di tempo e di energie. Questa capacità, unita alla possibilità di classificare i dati rilevati secondo le specifiche previste dalla normativa nazionale, pongono il sistema qui analizzato come modello per una funzionale ed efficace organizzazione dei dati provenienti dai rilievi geomorfologici sul campo.

BIBLIOGRAFIA

- Servizio Geologico Nazionale (1994), "Carta Geomorfologica d'Italia in scala 1:50000 - Guida al rilevamento, Quaderno III Serie n°4".
 Servizio Geologico Nazionale (1997), "Carta geologica d'Italia 1:50.000 - Banca dati geologici, Quaderno III Serie n°6".
 Servizio Geologico Nazionale (2007), "Carta Geomorfologica d'Italia in scala 1:50.000 - Guida alla rappresentazione cartografica, Quaderno III Serie n°10".
 MacDonald A. (1999), "Building a Geodatabase, GIS by Esri, ESRI"
 De Amicis et al., "Gestione di dati tramite dispositivi mobili per la pianificazione di emergenza" - GEOmedia n.1, 2015.

PAROLE CHIAVE

GEODATABASE; GEOMORFOLOGIA; SIMBOLI; COLLECTOR; TABLET; SMARTPHONE

ABSTRACT

Among the creation of geomorphological maps the data collection of elements and features is one of the most important steps. The most relevant information to be collected are not only their position (geolocalization) but also their classification and properties according to the official encoding; within this context the Italian National Geologic Service (SGN) set up data collection and data storing standards through a focused documentation, the "I Quaderni" (series III), n.4 e n.10. In this paper we describe a new system to collect these kind of data directly on the field through the most commonly used tablets and smartphones. This system is based on an ESRI Geodatabase Enterprise installed on a server, an ArcGIS Online account and the ESRI Collector App for smartphones. Data collected by operators on the field are directly sent to the Geodatabase on server using mobile internet connection; data structure and format follow the national standards, so they are ready to be added into a geomorphological map.

AUTORE

MATTIA DE AMICIS, MATTIA.DEAMICIS@UNIMIB.IT
 FABIO OLIVOTTI, FABIO.OLIVOTTI@UNIMIB.IT
 STEFANO ROVERATO, STEFANO.ROVERATO@UNIMIB.IT
 ALICE MAYER, ALICE.MAYER@UNIMIB.IT
 LUCA DANGELLA
 L.DANGELLA@CAMPUS.UNIMIB.IT

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA, DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO E DI SCIENZE DELLA TERRA, LABORATORIO DI GEOMATICA

GEOMATIC LABORATORY - EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES DEPARTMENT, UNIVERSITY OF MILANO BICOCCA, PIAZZA DELLA SCIENZA 1 - 20126 MILANO, ITALY, GEOMATICA.AMBIENTALE@UNIMIB.IT