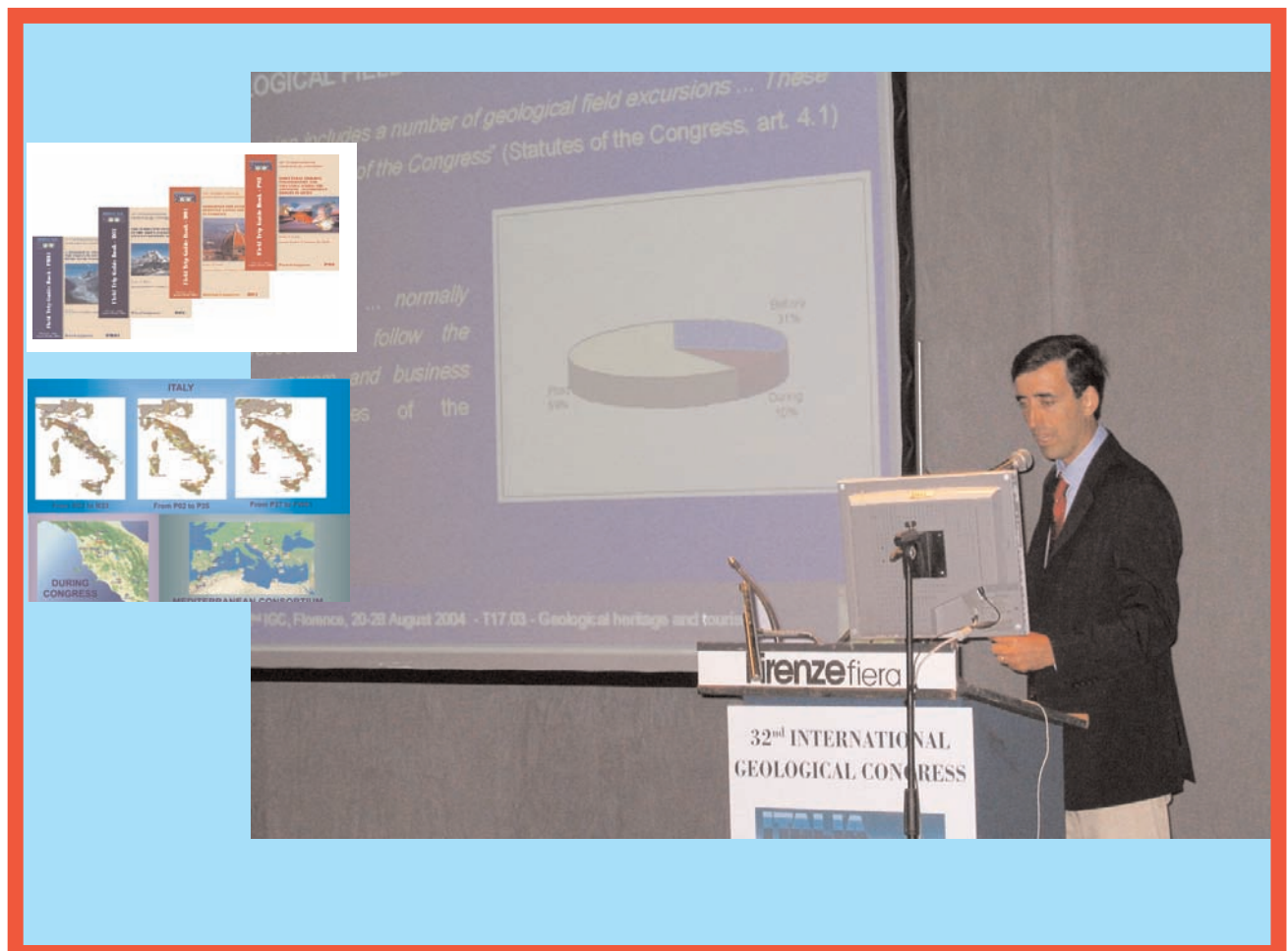


# Presentazioni orali

## *Oral presentations*



# Cartografie di pericolosità geologica e GIS. Casi di studio a scale differenti in Italia

## *Geological hazard maps and GIS. Case studies at various scales in Italy*

AMANTI M. (\*), CESI C. (\*), VENTURA R. (\*)

Con questo lavoro gli autori hanno voluto presentare una sintesi delle esperienze maturate dal Servizio Geologico Nazionale (divenuto nel 2003 parte di APAT, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi tecnici) negli anni dal 1998 al 2002, nel campo della valutazione della pericolosità geologica, ai fini della predisposizione di criteri, normative e standard in materia.

I casi di studio selezionati mostrano come sia possibile ottenere ottimi risultati a scale differenti, in funzione dello scopo dello studio effettuato, usando dati già esistenti o raccolti *ad hoc* ed elaborati tramite un Sistema Informativo Geografico (GIS).

Le finalità dei casi di studio che sono alla base delle esperienze presentate sono molto differenti tra loro per scala e ambito territoriale. Dalla sintesi presentata nella tabella 1, si può valutare come la scala di realizzazione sia funzione del target cui lo studio è indirizzato.

Il primo caso trattato riguarda la realizzazione di una carta della propensione al dissesto delle formazioni affioranti sul territorio nazionale (fig. 1).

Il SGN nel biennio 1998-99 ha partecipato infatti al gruppo di lavoro per la definizione dei parametri necessari per la corretta ripartizione tra le regioni dei fondi della Difesa del Suolo da parte del Ministero dell'Ambiente, in luogo di quelli comunemente adottati, vale a dire l'estensione superficiale e la popolazione. In particolare il SGN doveva occuparsi del tematismo franosità.

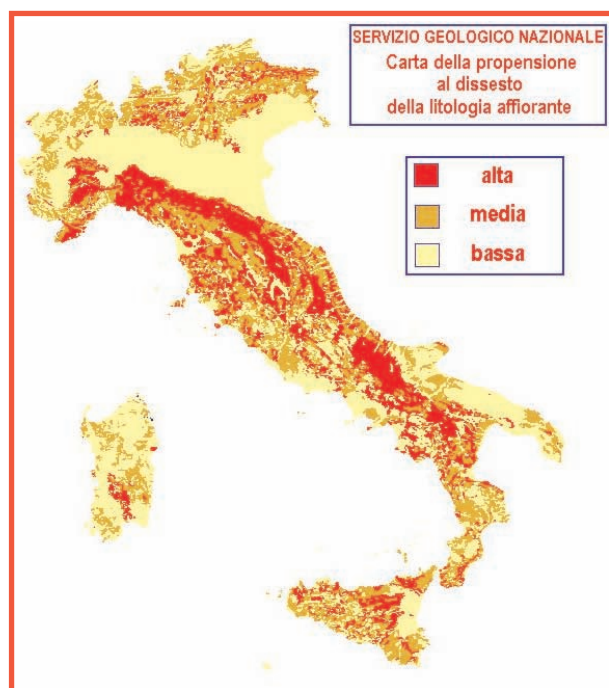


Fig. 1 - La carta di propensione al dissesto delle formazioni affioranti alla scala 1:1.000.000.  
- Landslide susceptibility map at 1:1.000.000 scale.

Per ottenere un parametro omogeneo su tutto il territorio nazionale sono stati utilizzati gli unici dati allora disponibili in formato digitale: la carta geologica scala 1:500.000 edita dal SGN, una selezione dei dati relativi ai fenomeni franosi provenienti dal progetto AVI ed i dati demografici e amministrativi

(\*) APAT - Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo - Roma, Italia

Tab. 1- *Scheda riassuntiva delle caratteristiche principali delle carte descritte nel presente lavoro.*  
 - Syntesis of the main characteristics of the maps shown in the present paper.

| tipo di cartografia   | scala             | ambito territoriale                           | superficie indagata (km <sup>2</sup> ) | CENNI SULLA METODOLOGIA  |
|---|-------------------|---|--|--|
| <b>Carta della Propensione al dissesto delle formazioni affioranti</b>        | 1:1.000.000       | Territorio nazionale                          | 300.000                                | Calcolo indice di franosità formazionale. N° frane per km <sup>2</sup> di formazione affiorante. Base geologica 1:500.000 e base dati AVI.   |
| <b>Carta di Pericolosità da frana (test per CARG)</b>                         | 1:50.000-1:25.000 | bacino idrografico Serchio di Gramolazzo (LU) | 80                                     | Test della metodologia proposta nelle “Linee guida per la valutazione della pericolosità geologica (versione preliminare)”, AMANTI <i>et alii</i> , 1992. Rilevamento litologico-tecnico di campagna alla scala 1:10.000 integrato con dati al 25.000 e 50.000. Fotointerpretazione ed inventario fenomeni franosi. Analisi differenziate per tipologie franose diverse.   |
| <b>Carta di sintesi della Pericolosità idrogeologica</b>                      | 1:10.000          | Gaeta (LT)                                    | 28                                     | Rilevamento di campagna e fotointerpretazione con verifica sul terreno per la raccolta dei parametri territoriali (morfologia, franosità, litologia, fratturazione, pendenza,...). Calcolo dei parametri idraulici per la valutazione della esondabilità; valutazione della pericolosità sismica, studio ed elaborazione statistica del DTM. Definizione di parametri e classificazione degli stessi per ciascuna tipologia di dato. Realizzazione di carte intermedie e della carta finale di sintesi che tiene conto di tutte le caratteristiche rilevate e definisce delle prescrizioni per le attività possibili nelle corrispondenti aree.                                    |
| <b>Carta del Rischio residuo da <i>mudflows</i></b>                           | 1:25.000          | Sarno - S. Felice a Cancellio (SA)            | 230                                    | Lavoro realizzato in soli tre mesi per conto della Protezione Civile, al fine di ridurre il rischio residuo nelle aree colpite dalle colate rapide di detrito. Valutazione speditiva in campagna dello spessore delle coltri piroclastiche, analisi della morfologia predisponente e della distribuzione delle frane tramite fotointerpretazione con verifiche di terreno. Metodologia accettata e condivisa con altri ricercatori su un'area complessiva di 2500 km <sup>2</sup> . Realizzata una carta preliminare che delinea tre fasce a diversa pericolosità nei confronti dei fenomeni indagati. La carta è stata adottata come strumento di lavoro dalla Protezione Civile. |
| <b>Carta della Suscettibilità da <i>mudflows</i></b>                          | 1:25.000          | Sarno - S. Felice a Cancellio (SA)            | 230                                    | Approfondimento dell'analisi territoriale effettuata in emergenza usando ulteriori parametri ed una analisi statistica più dettagliata. Studio ed applicazione di una funzione di correlazione tra i vari parametri. Confronto con i dati reali (distribuzione dei fenomeni franosi). Revisione della carta prodotta in precedenza, valutazione preliminare con metodi analitici (Takahashi) dell'estensione delle possibili aree di espansione dei <i>mudflows</i> . Verifica della attendibilità della carta prodotta dal confronto con i fenomeni verificatesi a Cervinara negli anni successivi nelle aree identificate ad alta propensione al dissesto.                       |
| <b>Valutazione della Pericolosità da <i>debris flow</i> su conoide alpina</b> | 1:10.000-1:5.000  | Nus - Valle d'Aosta                           | 80 Bacino<br>1 Conoide                 | <b>Nel bacino:</b> analisi stabilità distribuita (moduli <i>arcview</i> <i>Shalstab</i> e <i>Sinmap</i> ), con valutazione del materiale mobilizzabile in caso di possibile piena. Rilevamento spessori coperture, coesione e permeabilità <i>in situ</i> , inventario dissesti, analisi piovosità, valutazione soglie di innesco.<br><b>Sulla conoide:</b> modellazione idraulica del flusso ( <i>flow 2d</i> ) costruzione modello idraulico, ricostruzione e verifica dell'ultimo evento alluvionale (2000), presentazione scenari di pericolosità, analisi rischio con differenti metodologie (Takahashi, Aulitzky).   |

ISTAT (Comuni, Province, regioni, popolazione).

Tenendo conto delle lacune geologiche nei dati di partenza, la carta realizzata risulta comunque accettabile e soprattutto rappresenta ad oggi, l'unico esempio di tentativo di parametrizzare il tematismo frane sul territorio nazionale.

In pratica è stato calcolato un indice di franosità come rapporto tra il numero di frane ricadenti su una determinata tipologia di terreno affiorante rispetto alla sua superficie.

Tale indice è stato poi classificato e rapportato alla superficie delle aree abitate ed alla densità di popolazione. Infine i dati sono stati classificati e rapportati alle aree relative alle Autorità di bacino *ex lege* 183/89.

In tal modo è stato possibile ottenere una valutazione speditiva di franosità del territorio per ciascuna unità territoriale interessata. Tali parametri sono stati utilizzati dal Ministero dell'Ambiente per la redazione del rapporto finale per la valutazione del "Livello di attenzione per il rischio idrogeologico" (Min. Ambiente, 1999).

Il secondo caso di studio presentato è frutto di una collaborazione tra il SGN e l'Amministrazione comunale di Gaeta, nell'ambito delle attività di validazione di criteri e metodi proposti dal SGN per la documentazione geologica da predisporre a corredo del piano regolatore Generale (PRG).

L'amministrazione comunale si è avvalsa dei risultati dello studio geologico ai fini dell'adozione della variante al PRG.

Lo scopo della Carta della stabilità - sintesi della pericolosità idrogeologica, è quello di dare indicazioni sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti e di segnalare i fenomeni che influenzano o potrebbero influenzare l'attività antropica, al fine di indirizzare, in maniera razionale, la pianificazione territoriale.

La carta di sintesi realizzata deriva quindi dalla sovrapposizione e dal confronto di carte intermedie ricavate dal rilevamento dei parametri territoriali; il diagramma di flusso di figura 2 descrive la procedura seguita. I fattori presi in considerazione e rilevati sul terreno o tramite fotointerpretazione sono stati: la litologia, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni, la morfologia, la pendenza e la quota, l'assetto stratigrafico e strutturale, la presenza d'acqua in superficie e nel sottosuolo. Nella legenda finale le aree sono state raggruppate per caratteristiche omogenee, e sono state aggiunte delle raccomandazioni relativamente all'utilizzazione del suolo all'interno di ciascuna di esse.

La terza proposta riguarda le attività svolte a seguito dell'emergenza Sarno. Nel maggio del 1998 molteplici colate rapide di fango si sono

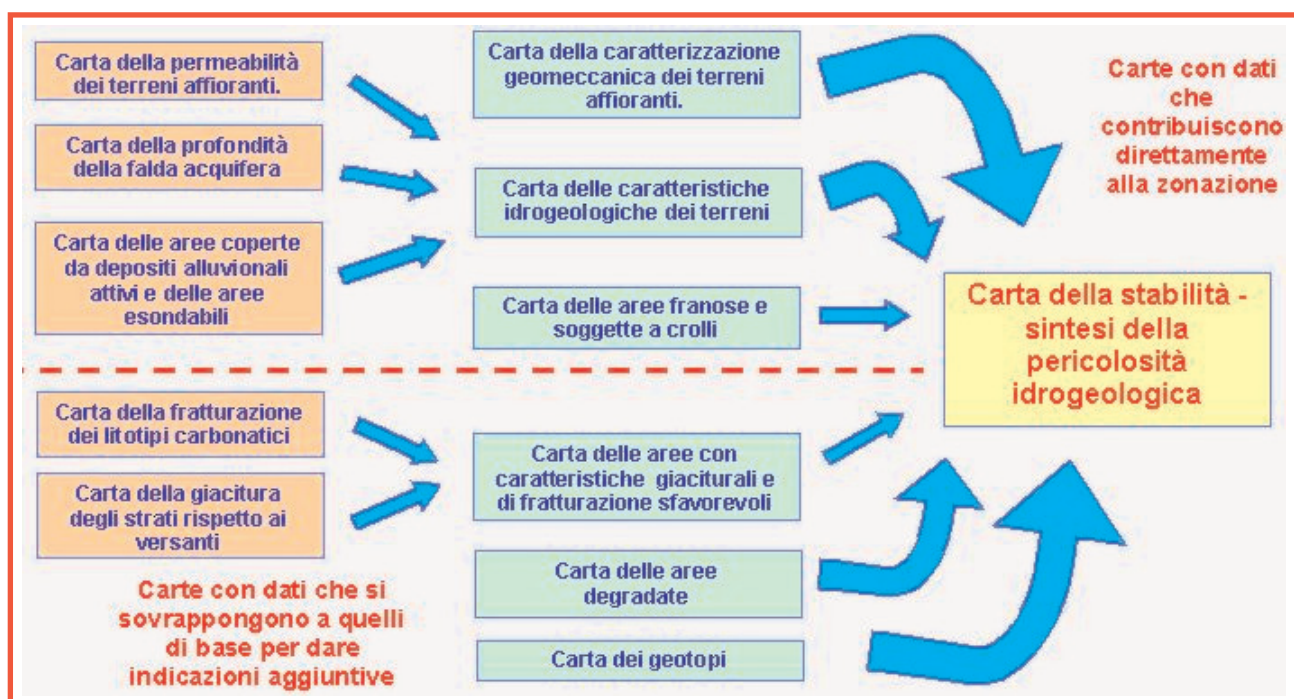


Fig. 2 - Diagramma di flusso che descrive la metodologia utilizzata per la realizzazione della carta di sintesi della pericolosità idrogeologica nel comune di Gaeta.  
- Flow chart showing the methodology used to draw the Hydrogeological hazard synthesis map of Gaeta municipality area.



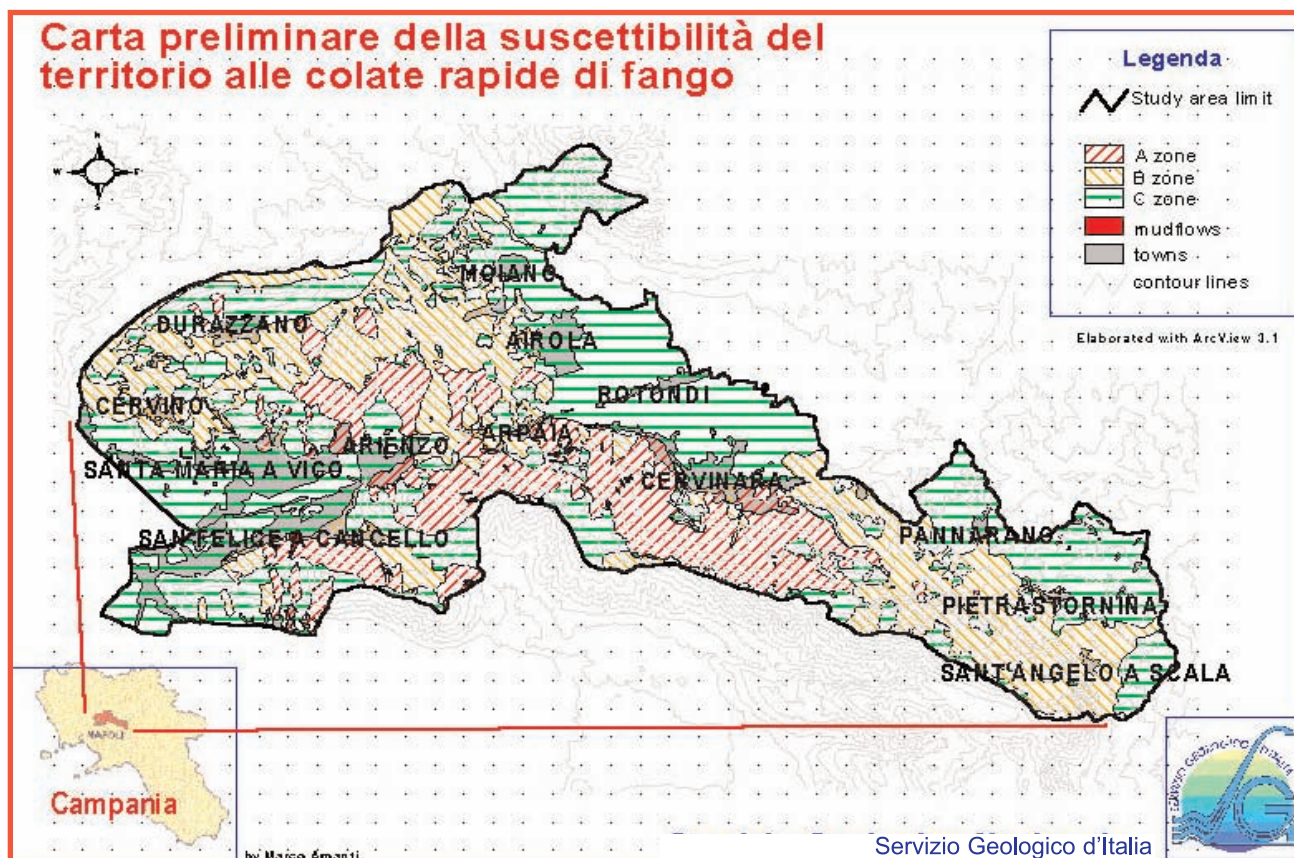


Fig. 3 - La carta realizzata alla scala 1:25.000 è stata usata dal Dipartimento della Protezione Civile per la delimitazione delle aree a rischio residuo di colate rapide di fango.

- This map, produced at 1:25.000 scale, has been used by Civil Protection Department to select the areas with a high residual hazard of quick mudflows occurrence.

generate in 5 comuni della Campania causando più di 160 vittime. Nei giorni successivi al disastro un gruppo di lavoro formato da ricercatori dell'università di Salerno e di Napoli, del CNR IRPI di Cosenza e geologi del Servizio Geologico d'Italia è stato incaricato dal Dipartimento della Protezione Civile di redigere una carta della propensione a franare nelle aree con caratteristiche simili a quelle colpite dall'evento del maggio 98.

In tale ambito è stata condotta una campagna di rilevamento sul terreno volta a valutare gli spessori dei terreni piroclastici superficiali presenti sui versanti, in quanto potenziali zone di alimentazione delle colate. Associando questo dato al rilievo geomorfologico da foto aerea delle aree di accumulo in quota delle piroclastiti e confrontandolo con la distribuzione areale delle colate avvenute, è stata concordata una metodologia operativa che il Servizio Geologico ha applicato per un'area di circa 230 kmq, nei comuni di S. Felice a Cancelli (CE) ed altri limitrofi, producendo la relativa cartografia alla scala 1:25.000 per la Protezione Civile (fig. 3).

In tale cartografia il territorio indagato veniva

suddiviso in tre distinte classi a differente suscettibilità alle colate rapide di fango; realizzata nel tempo di soli 3 mesi per esplicita richiesta del Dipartimento della Protezione Civile, essa è stata la base per le successive valutazioni operate dalle autorità locali per la messa in sicurezza del territorio.

Il Servizio Geologico ha successivamente deciso di approfondire lo studio e di realizzare una cartografia più accurata che permettesse di migliorare la zonazione effettuata in emergenza in maniera speditiva, utilizzando un approccio statistico. Senza entrare nel merito delle metodologie statistiche applicate all'analisi del territorio, per cui si rimanda a testi specializzati, si ricorda che in tali studi si usa spesso effettuare l'analisi dei dati in una porzione del territorio di studio (*test area*) e proiettare poi i risultati nella parte rimanente (*target area*), per evitare di utilizzare dati che "si classificano da soli".

I dati disponibili sugli eventi di colata rapida (n. di eventi, localizzazione topografica, caratteristiche geometriche, morfologia, geologia, ecc.) avvenuti nella *test area* di Sarno sono stati utilizzati per definire un metodo di valutazione quan-

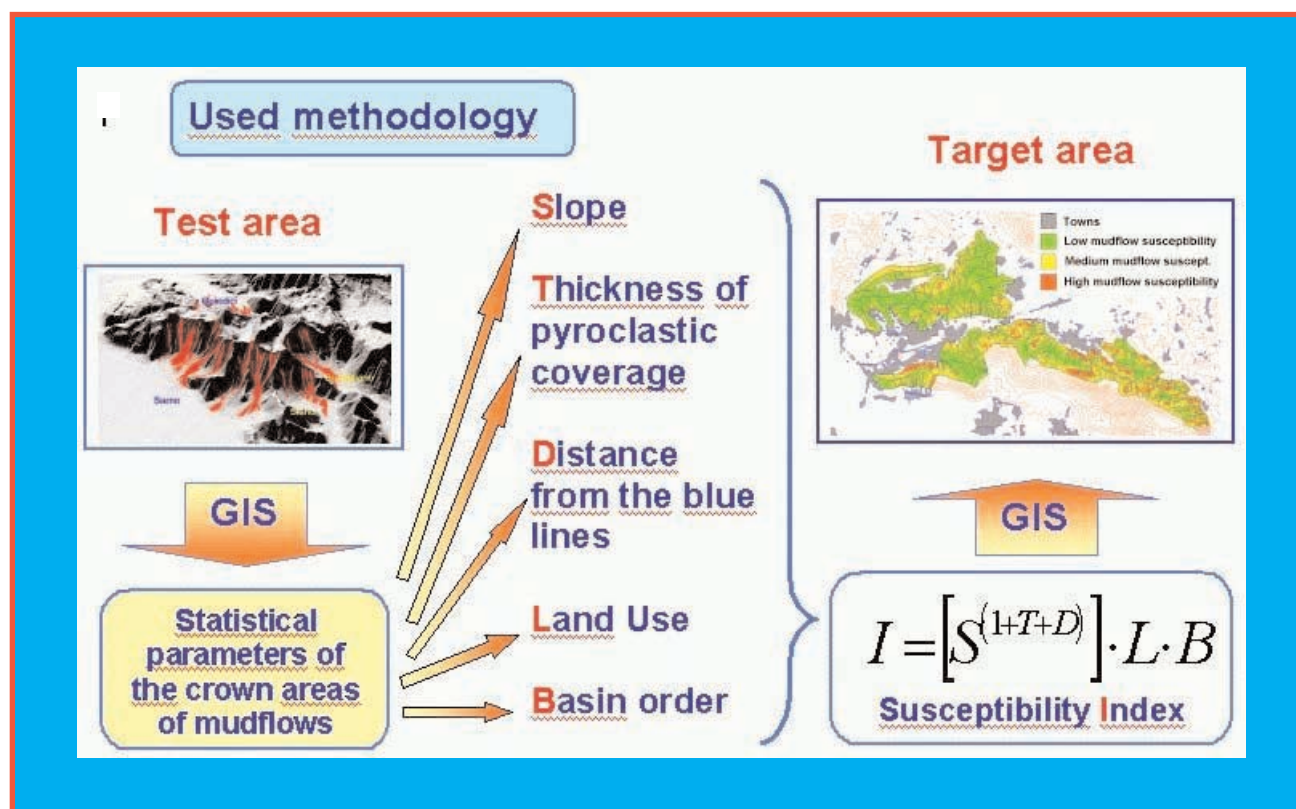


Fig. 4 - Diagramma che mostra la procedura seguita per la realizzazione della carta della pericolosità per colate rapide di fango eseguita con metodi statistici.  
- Flow chart showing the methodology used to evaluate mudflow hazard using a statistical approach.

titativa del rischio di innesco di tali fenomeni nella zona di S. Felice a Canello, scelta come *target area*.

Il metodo adottato si basa sul calcolo della frequenza degli eventi registrati nell'area test rispetto ad alcune variabili fisiche territoriali in grado di influenzare la suscettibilità all'innesco di colate.

Sulla base dei risultati ottenuti è stata poi definita un'espressione, contenente le variabili riconosciute come determinanti, in grado di fornire un valore indicativo della propensione all'innesco di colata per un qualsiasi punto topografico ricadente nella *target area* (fig. 4).

Quale ulteriore contributo alla determinazione della pericolosità della zona, per la valutazione della possibile area di espansione delle colate al momento dello sbocco nell'area di pianura, si è utilizzato il modello teorico-empirico proposto da TAKAHASHI (1991) basato su una indagine sperimentale sulla modalità di arresto di una colata in seguito ad una brusca diminuzione della pendenza. Tale approccio presenta dei limiti evidenziati dalla recente letteratura, ciononostante, vista la scala del lavoro, esso ha fornito una indicazione di massima, utile per evidenziare le zone più pericolose. Un esempio è visibile in figura 5.

Una verifica della attendibilità della carta pro-

dotta è stata effettuata alcuni anni dopo la redazione della stessa, dal confronto con la distribuzione dei fenomeni di colata rapida verificatisi nel comune di Cervinara 5 fenomeni su 6 verificatisi in tale circostanza hanno avuto la propria zona di innesco nelle aree che lo studio aveva predetto ad alta suscettibilità.

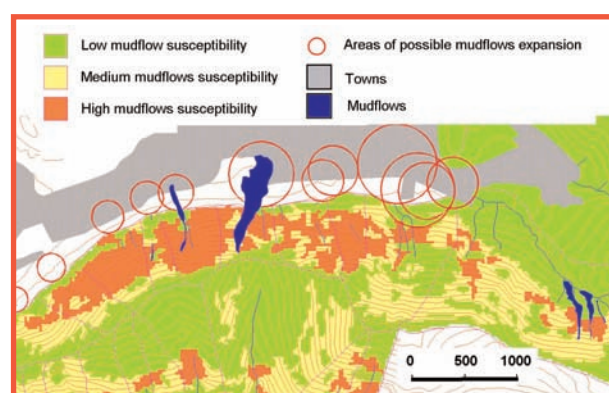


Fig. 5 - Particolare della carta realizzata con approccio statistico. Sono visibili i cerchi realizzati secondo la metodologia di takahashi per la valutazione della zona di massima espansione della colata dal piede del pendio.  
- A portion of the map coming from a statistical approach to mudflow hazard evaluation; it is possible to see the circles setting the maximum distance reached by mudflows from the foot of the slope, according to Takahashi methodology.



L'ultima esperienza proposta rappresenta il frutto di una collaborazione tra il Servizio Geologico d'Italia e la regione Valle d'Aosta, immediatamente dopo l'alluvione che nel 2000 ha colpito la regione, causando numerose vittime ed ingenti danni.

Le finalità della collaborazione erano di studiare e mettere a confronto diversi metodi per la valutazione della pericolosità da *debris flow* in zone di conoidi alpine e di proporre una metodologia di zonazione, sia all'interno del bacino che sulla conoide, che tenesse conto del maggior numero possibile di esperienze.

L'area di studio comprendeva la conoide di Nus ed il bacino del torrente st. Barthelemy, all'interno del territorio comunale di Nus (AO) per una estensione complessiva di circa 80 km<sup>2</sup>.

Il lavoro ha previsto una iniziale raccolta dei dati esistenti e la loro standardizzazione e introduzione in sistema informativo territoriale; è seguita una fase di raccolta dati sul terreno, finalizzata a completare il rilevamento sul bacino ed a raccogliere i dati quantitativi necessari alla corretta parametrizzazione dei modelli proposti.

Infine si è svolta la fase principale, quella di elaborazione dei dati e di applicazione dei modelli proposti fino al raggiungimento di risultati soddisfacenti e coerenti con la realtà terreno. La figura 6 mostra la corrispondenza della simulazione effettuata con Flo2d rispetto all'evento alluvionale del novembre 2000. In particolare sono stati utilizzati metodi speditivi (TAKAHASHI, AULITZKY) ed analitici (Flo2d, *Sinmap*, *Shalstab*) sul bacino e sulla conoide per la valutazione della pericolosità, per la formulazione di un modello idraulico e la costruzione di scenari di evento sulla conoide. La figura 7 mostra le valutazioni effettuate nel bacino utilizzando i moduli *Shalstab* e *Sinmap* di ArcView per la valutazione della propensione al dissesto in funzione di una soglia di piovosità calcolata in base agli eventi del Novembre 2000.

## CONCLUSIONI

A causa della grande quantità di dati che sono stati necessari per ottenere i risultati mostrati, nel

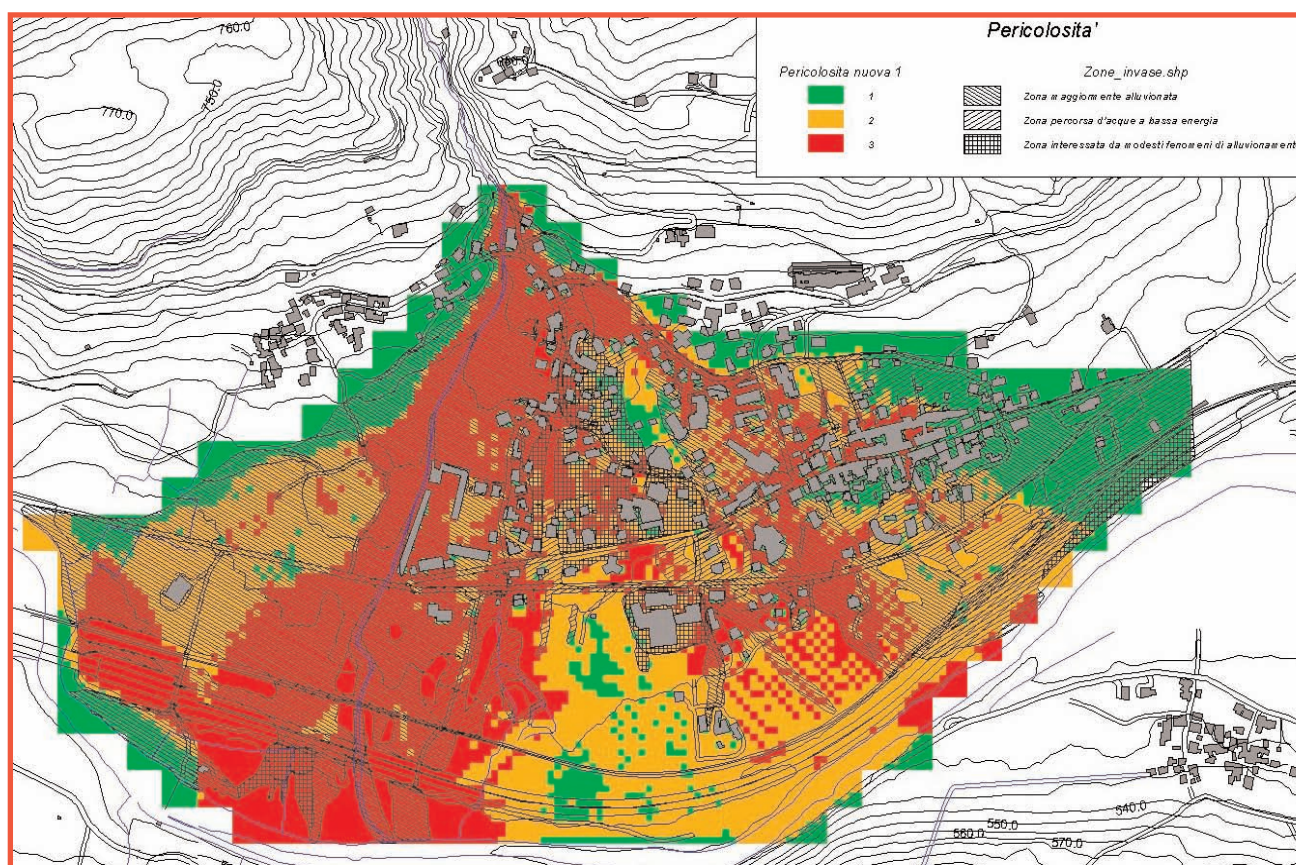


Fig. 6 - Confronto fra le aree realmente allagate nel corso dell'evento alluvionale (in rigato grigio) e quanto ricostruito (in colore) attraverso l'uso del programma di modellazione idraulica Flo2d.

- Comparison between the actually flooded zones (grey pattern) on the alluvial cone and the ones predicted by the model (in color).



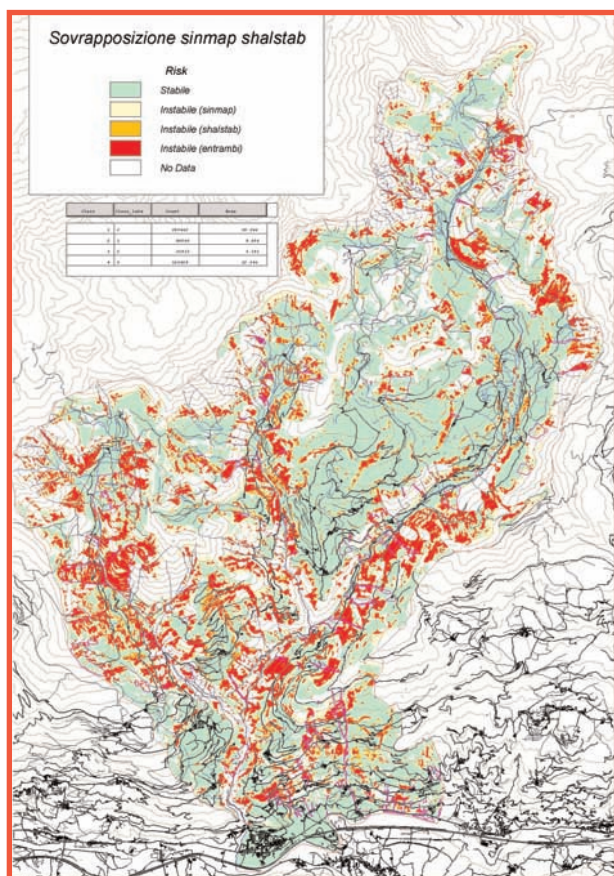


Fig. 7 - Carta che rappresenta la sovrapposizione delle elaborazioni provenienti dai due pacchetti *Shalstab* e *Sinmap* e mostra la predisposizione al dissesto del bacino in studio in base ad una soglia di pioggia basata sulla ricostruzione dell'evento del novembre 2000 in valle d'Aosta.

- Map showing the overlap and synthesis of the results coming from both *Shalstab* and *Sinmap* software elaborations. Shallow landslides hazard susceptibility is based on a rainfall threshold calculated from the back analysis of the November 2000 event in Aosta valley.

presente lavoro sono state illustrate le sole metodologie utilizzate e alcuni dei risultati ottenuti.

Nondimeno si spera che le informazioni presentate siano state sufficienti a capire che quanto qui presentato è la sintesi delle attività svolte da molti specialisti del Servizio Geologico (geologi, idrogeologi, geomorfologi, ingegneri, cartografi, esperti di GIS e di elaborazione dati) in 4-5 anni.

Lo scopo finale del presente lavoro è comunque quello di portare all'attenzione dei potenziali utenti (cioè le Autorità nazionali e locali) l'opportunità, ed invero la necessità, di raccogliere, conservare ed omogeneizzare i dati territoriali e di preparare modelli e scenari in anticipo, per utiliz-

zarli in fase di prevenzione e per averli pronti quando si rivelano indispensabili, durante o subito dopo un disastro naturale.

## BIBLIOGRAFIA

- AMANTI M., CARA P., PECCI M. & VENTURA R. (1998) - *Presentation of a methodology to produce geological hazard map to evaluate natural risks using GIS: a case study in the Serchio Gramolazzo river basin (Tuscany, Italy)*. Proc. of 30th International Geological Congress, Beijing, 4 - 14 august, 1996, **24**.
- AMANTI M., CARRARA A., CASTALDO G., COLOSIMO P., GISOTTI G., GOVI M., MARCHIONNA G., NARDI R., PANIZZA M., PECCI M. & VIANELLO G. (1992) - *Linee guida per la realizzazione di una cartografia della pericolosità geologica connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti alla scala 1:50.000 (Versione preliminare)*, Giornate per il Progetto: "Cartografia geologica nazionale", CNR, Roma.
- AMANTI M., CESI C., CENSI NERI P., CAMPOBASSO C., CHIESSI V., CONTE G., D'OREFICE M., MOTTERAN G., PARIS F., VENTURA R. (2002) - *Valutazione della pericolosità da debris flow su una conoide in Valle d'Aosta utilizzando metodologie GIS interfacciate a software specifici*. Atti convegno "CONSERVAZIONE DELL'AMBIENTE E RISCHIO IDROGEOLOGICO", Assisi, 11-12 dicembre 2002. Pubblicazione 2830 del CNR-GNDCI
- AMANTI M., CHIESSI V., CONTE G., MOTTERAN G. & VENTURA R. (1999) - *Utilizzo di un GIS per la valutazione della suscettibilità del territorio campano alle colate rapide di fango. Un caso di studio alla scala 1:25.000*. Atti del convegno "Previsione e Prevenzione di movimenti franosi rapidi", Trento, 17 -19 giugno 1999, GEAM, Torino.
- AULITZKY H. (1982) - *Preliminary two-fold classification of torrents*. Int. Symp. Interpraevent, Bad Ischl, Austria, **4**, pp. 285-309
- MINISTERO PER L'AMBIENTE (1999) - *Classificazione dei comuni italiani in base al livello di attenzione per il rischio idrogeologico da utilizzarsi nelle procedure di individuazione delle aree a rischio di cui al d.l. 180/98, al relativo "ATTO DI INDIRIZZO E COORDINAMENTO" (DPCM 19 settembre 1998) nonché al d.l. 13/05/99, n. 132*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, (1997) - *Studio geologico, idrogeologico e geomorfologico con zonazione del territorio in prospettiva sismica e sintesi della pericolosità geologica per la variante al piano regolatore generale del comune di Gaeta (LT)*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2002)-*Analisi delle condizioni di pericolosità sui conoidi e relativi bacini con lo scopo di verificare la possibilità di giungere ad una zonizzazione dell'area interessata dalle colate detritiche. Il caso del torrente Saint Bartelemy, comune di Nus (AO)*.
- TAKAHASHI T. (1991) - *Debris flows*. IAHR Monograph - Balkema Rotterdam.



# Le origini di Roma tra mito e geologia

## *The origins of Rome between myth and geology*

---

AVERSA M. (\*)

### Sessione 183 - 11 Oral - T17.05

#### *Myth and Geology*

La Geografia è la disciplina scientifica che analizza le interazioni esistenti tra l'uomo con le sue forme sociali organizzate sul territorio e l'ambiente fisico. L'indagine sulla evoluzione dei fenomeni che vengono a determinarsi temporalmente e spazialmente su di essi, la loro descrizione, rappresentazione ed analisi, sono le sue attività principali. Essa è per definizione Scienza pluridisciplinare ed interdisciplinare.

L'esplorazione geofisica del territorio è oggi una delle frontiere che vede la Geografia protagonista di nuove cosmogonie e percezioni della evoluzione fisica del nostro pianeta, dell'analisi storica, delle oggettive interazioni uomo - ambiente, delle proposte per necessarie azioni atte a mantenere l'equilibrio ed il futuro della vita.

L'Italia è uno dei paesi che ha conservato una notevole mole di informazioni documentali relative alle trasformazioni avvenute sul suo instabile territorio geologico, un passato che spesso coincide con il ricordo di significativi eventi catastrofici i quali hanno lasciato un segno indelebile nel suo assetto storico e sociale, politico ed economico, culturale e religioso.

La storia dell'uomo ed il ricordo ancestrale delle sue origini si confondono sempre con eventi di carattere straordinario che ne hanno determinato il loro tramandarsi nel tempo. Ogni cultura umana fonda queste sue origini su aspetti religiosi attribuendo a volontà divine ed a eventi di carattere prodigioso le manifestazioni che ne avrebbero determinato la grandezza e la potenza del suo divenire nel tempo.

La storia di Roma e del popolo romano sembra essere uno degli esempi più evidenti di come questo aspetto etnoantropologico sia stato determinante per l'affermarsi della stessa civiltà nel Bacino del Mediterraneo. La medesima religione in Roma è tale per via della singolare presenza degli "Dei" all'interno della città la quale, essa stessa è divina proprio per questo suo attributo di carattere speciale. Gli "Dei" si manifestano concretamente all'interno di aree sacre e la loro volontà "interpretata" è il volere stesso di Roma.

**TITO LIVIO** nella sua *Praefatio* alla Storia di Roma a proposito delle divine origini così chiaramente si esprime:

*Le leggende precedenti la fondazione di Roma o il progetto della sua fondazione, dato che si addicono più a racconti fantasiosi che alla documentazione degli storici, non è mia intenzione né confermarle né smentirle. Sia concessa agli antichi la facoltà di nobilitare l'origine della città mescolando l'umano col divino.*

---

(\*) APAT - Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo - Roma, Italia

I miti che presiedono la Fondazione di Roma coinvolgono, peraltro, preesistenti divinità che operano prodigiosamente nel *Latium*, territorio che era stato già oggetto di importanti trasformazioni fisiche, il ricordo delle quali si perde nella notte dei tempi.

L'esistenza, infatti, di un *Latium vetus* e di un *Latium novum* (*adiectum*), sul quale **ENEAS** con i suoi compagni approda dopo la distruzione di Troia, finita nelle fiamme, è infatti rammentata non solo dalla tradizione orale ma anche dai testi di età imperiale sulle nobili origini di Roma. Sia **TITO LIVIO** nel I Libro di *Ab Urbe Condita* che **Virgilio** nell'*Aeneide* fanno riferimento esplicito e costante a questo aspetto straordinario dei luoghi sui quali nel tempo sorgerà la città divina. Oltre ai "sacri" sette colli ed altre morfologie esistenti di incerta interpretazione, risultano di interesse tutte le vicende che avvengono durante l'età dei Re.

Così per interpretare i prodigi ed i loro segni augurali, **ROMOLO** sceglie il Palatino e **REMO** l'Aventino. Questo ultimo "colle" è già sede del mostro di fuoco **CACO** e proprio qui sarebbe avvenuta la furibonda lotta con **ERCOLE**, altra divinità venerata e presente in città. In base al numero di segni divini volanti nel cielo, si deciderà chi sarà il fondatore della sacra città. **Remo** muore in circostanze oscure e per aver comunque oltrepassato un "sacro recinto". In particolare, il mito della morte dello stesso **ROMOLO**, primo Re di Roma, avviene in modo anche esso misterioso con associati eventi di natura incredibile ed alterazioni prodigiose. **ROMOLO** scompare in una nube così densa che la luce fu oscurata (fig. 1).

La presenza della regione vulcanica dei Colli Albani (fig. 2), con manifestazioni secondarie tuttora attive, sembrerebbe suggerire una interpretazione di queste vicende in chiave geofisica proponendo una ipotesi di attività eruttiva di tipo esplosivo avvenuta all'inizio dell'estate del 716 a.C., circa 2700 anni fa.

**TITO LIVIO, Storia di Roma, I, 16, traduzione di GUIDO REVENDINO, GARZANTI, 1990.**

*Portati a termine questi atti destinati alla posterità, un giorno, mentre passava in rassegna l'esercito e parlava alle truppe vicino alla palude Capra, in Campo Marzio, scoppiò all'improvviso un temporale violentissimo con gran fragore di tuoni ed egli fu avvolto da una nuvola così compatta che scomparve alla vista dei suoi soldati.*

*Da quel momento in poi, Romolo non riapparve più sulla terra.*

*I giovani romani, appena rividero la luce di quel bel giorno di sole dopo l'imprevisto della tempesta, alla fine si ripresero dallo spavento. Ma quando si resero conto che la sedia del re era vuota, pur fidandosi dei senatori che, sedu-*

*ti accanto a lui, sostenevano di averlo visto trascinato verso l'alto dalla tempesta, ciò nonostante sprofondarono per qualche attimo in un silenzio di tomba, come invasi dal terrore di essere rimasti orfani.*



Fig. 1 - "...subito coorta tempestas cum magno fragore tonitribusque tam denso regem operuit nimbo ut conspectum eius contiones abstulerit, nec deinde in terris Romulus fuit." Tito Livio, I, 16.

- Original text of Livius with the mysterious dense storm description.

**DIONIGI DI ALICARNASSO, Storia di Roma arcaica, II, 56, 2, traduzione di Floriana CANTARELLI, RUSCONI, 1984:**

*[...] Sulla sua fine ci sono state tramandate molte versioni contrastanti. Quelli che danno una versione alquanto fantastica sostengono che, mentre Romolo teneva un discorso ai soldati nell'accampamento, il cielo sereno improvvisamente si oscurò, calarono le tenebre e si levò un gran turbine durante il quale egli scomparve: secondo questi scrittori fu rapito dal padre Ares; ma quelli che danno la versione più credibile sostengono che morì per mano dei suoi concittadini.*

*[...] Altri sostengono che Romolo fu ucciso dai nuovi cittadini di Roma, mentre teneva un discorso, e che quelli si accinsero ad ucciderlo quando al levarsi del turbine e al calare delle tenebre la folla si disperse ed egli rimase senza guardia.*

**PLUTARCO, Vita di Romolo, 24, 27, traduzione di Gabriella VANOTTI, RIZZOLI, 2003:**

*24, 1. In seguito si abbatté su Roma una pestilenza, che causava agli uomini una morte repentina, senza che si ammalassero, e che provocava nel contempo scarsità di frutti e sterilità negli animali. Sulla città caddero gocce di sangue, cosicché ai dolori inevitabili si aggiunse molto terrore superstizioso*

*24, 2. E poiché anche agli abitanti di Laurento accad-*





Fig. 2 - Immagine multitemporale della Città di Roma e del Complesso vulcanico dei Colli Albani generata dai dati rilevati dal Radar ad Apertura Sintetica (SAR) imbarcato sui satelliti ERS-1 ed ERS-2 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Per gentile concessione ESA - ESRIN. Copyright: © ESA 2004.  
- Multitemporal radar image of Rome and Alban Hills Volcano.



dero le medesime disgrazie, tutti erano ormai convinti che la vendetta divina si fosse abbattuta su ambedue le comunità, poiché la giustizia era stata violata con la morte di Tazio e degli ambasciatori. [...]

27, 4. Scomparve alle none del mese ora chiamato luglio e allora Quintile. Sulla sua morte non si può dire nulla di sicuro, né sapere niente che appaia attendibile, tranne, come si è detto, la data. Ancor oggi, in quel giorno, si celebrano molti riti che rievocano quanto allora si compì. [...]

27, 6. Di Romolo, invece, scomparso all'improvviso, non si poté mai più vedere né alcuna parte del corpo, né un lembo della veste. Ma gli uni argomentavano che i senatori, rivoltatisi contro di lui nel tempio di Efesto, lo avessero ucciso, spartendosene il corpo e portandosene via ciascuno una porzione, occultata nel grembo. Altri, di contro, pensano che Romolo non fosse sparito nel tempio di Efesto, né che fossero presenti i soli senatori; ma dicono che egli avesse convocato casualmente l'assemblea fuori città, nei pressi dello stagno denominato stagno della Capra; all'improvviso si avvicendarono in cielo fenomeni eccezionali e indescrivibili a parole e cambiamenti di tempo incredibili.

27, 7. Infatti la luce del sole si eclissò, calarono le tenebre notturne, non foriere di pace e di tranquillità, ma piene di tuoni terribili e di soffi di vento, che arrecavano tempeste da ogni dove. In quei frangenti la moltitudine fuggì, scappando chi da una parte, chi dall'altra, mentre i senatori si raccolsero fra loro.

27, 8. Quando la tempesta cessò e riprese a splendere la luce del sole, i più tornarono a raccogliersi nello stesso luogo e si misero alla ricerca affannosa del re; ma i senatori non permisero loro di cercarlo, né di impicciarsi troppo della sua scomparsa; ordinarono invece a tutti di onorare e venerare Romolo, come se fosse stato assunto in cielo fra gli dèi e da ottimo re si fosse trasformato in dio benevolo nei loro confronti[...].

I passi riportati descrivono con evidenza fenomeni facilmente interpretabili come emanazioni gassose areali associabili ad una concomitante eruzione presumibilmente di natura freatomagmatica.

Il Settore Rischi Naturali di Tipo Lento del Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento per la Difesa del Suolo dell'APAT, a seguito dei positivi

risultati raggiunti attraverso gli studi interdisciplinari realizzati in base alle preziose indicazioni scaturite dalla *Prima Conferenza su Archeologia, Vulcanismo e Telerilevamento* svoltasi a Roma nel 1999 sotto l'Alto Patrocinio della Presidenza della Repubblica, proseguendo l'attività sperimentale di indagine su aree vulcaniche specifiche attraverso le attività congiunte di altre istituzioni afferenti al Gruppo di Ricerca TELEGEEO, sta predisponendo *Linee guida* per la interpretazione geofisica di miti e leggende dell'epoca classica. La metodologia utilizzata si avvale di diversi settori disciplinari. Ambito di recenti indagini è altresì il periodo medioevale.

L'utilizzazione di tali metodologie, avvalendosi di professionalità anche di tipo storico-umanistico, fa avanzare l'agghiacciante ipotesi che più di qualche complesso vulcanico italiano, considerato superficialmente inattivo o quiescente, sia stato di fatto invece attivo in epoca storica.

Nei comprensori vulcanici costieri ove si registrano anomalie nel regime dei litorali si evidenziano riscontri oggettivi di pulsazione ciclica della zona di interazione terra-mare con periodi di forte emanazione gassosa.

Ad esempio, nel Comprensorio di **Ardea** (RM), l'antica città dei *Rutuli*, sui luoghi di virgiliana memoria, alla foce del Fosso dell'Incastro originato dalle acque del **Lago di Nemi**, sembrano essere stati individuati i resti di *Castrum Inui*, un antico insediamento scomparso in circostanze misteriose. L'analisi delle informazioni storiche ha fornito elementi per l'interpretazione delle evidenze archeologiche.

Le attuali tecniche di interferometria differenziale su immagini radar multitemporali sono in grado di evidenziare variazioni nelle morfologie degli apparati, subsidenze e bradisismi, prima e dopo fasi di attività, mostrando il respiro vivente dei vulcani.

La sottovalutazione di una oggettiva pericolosità, legata alla diffusa presenza di edifici vulcanici tra gli uomini, abitanti sul *territorio del mito*, potrebbe indurre in errore fatale.



# Geositi e geodiversità: *framework* per una cartografia di prima attenzione dei siti di interesse geologico in Italia (1)

*Geosites and geodiversity: framework for an early geological sites cartography in Italy (1)*

BRANCUCCI G. (\*), CRESTA S. (\*\*),  
D'ANDREA M. (\*\*\*), LISI A. (\*\*\*)

## Sessione T 17.03 - *Geological Heritage and Tourism.*

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) ha ereditato nel 2002 le competenze dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (A.N.P.A.) e dal Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali (D.S.T.N.). Tra queste ha fatto propria e proseguito anche l'attività di conoscenza e censimento dei siti di interesse geologico, avviata nel 2000 dal Servizio Geologico d'Italia (allora DSTN) con il progetto "Conservazione del Patrimonio Geologico Italiano".

Nella nuova struttura ha inoltre acquisito veste istituzionale, con la creazione del Settore Tutela del Patrimonio Geologico, all'interno del Servizio Parchi, Ecosistemi e Biodiversità del Dipartimento Difesa della Natura.

Uno dei principali compiti del Settore è proprio quello di definire metodi, criteri e *standard* di raccolta, da impiegare per l'acquisizione informatizzata dei dati e della documentazione esistente

relativa al patrimonio geologico, allo scopo di ottenere un censimento nazionale dei geositi su una base informativa comune per l'intero territorio nazionale. Una ricognizione preliminare, condotta sui dati disponibili, ha portato alla proposta di una "Carta di prima attenzione dei siti di interesse geologico in Italia", presentata per la prima volta nel 2004 al 32° International *Geological Congress* tenutosi a Firenze dal 20 al 28 agosto (fig. 1).

La selezione e la mappatura delle entità geografiche (geositi, in questa prima fase individuati come punti), è stata ottenuta attraverso dati di input eterogenei, provenienti da diverse fonti istituzionali e non. Tra queste citiamo Enti Regione ed Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (Val d'Aosta, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Marche, Umbria, Lazio, Molise, Sicilia), Province (Torino, Venezia, Verbania, Imperia, Siena, Oristano e Bolzano), Enti Parco (Dolomiti Bellunesi, Majella, Paneveggio Pale di S. Martino, Matese, Beigua), Università o Enti di Ricerca (Pavia, Genova, Urbino, Siena, Cagliari, Torino, Napoli) ed Associazioni (S.I.G.E.A., A.I.C.).

(1) Il lavoro è stato realizzato con la collaborazione di: TIZIANA MEZZETTI - APAT - Dipartimento Difesa della Natura - Roma, Italia  
FRANCESCA PANIZZOLI - Regione Lazio - Roma, Italia; VIVIANA RECCHIA - Dipartimento Polis, Università degli Studi di Genova - 16123 Genova, Italia

(\*) Dipartimento Polis, Università di Genova - 16123 Genova, Italia

(\*\*) Regione Lazio, Agenzia Parchi - Via Indonesia 33 - 00144 Roma, Italia

(\*\*\*) Dipartimento per le Attività Bibliotecarie, Documentali e per l'Informazione - Servizio Attività Museali - Roma, Italia



Fig. 1 - *Framework* per una cartografia di prima attenzione dei siti di interesse geologico in Italia.  
- *Framework for an early geological sites cartography in Italy.*



La base cartografica di fig. 1 è costituita da una griglia, che rappresenta l'energia del rilievo, derivata dal modello digitale del terreno (DTM 250 m) attraverso una funzione del *Grid Analyst* di ArcGIS. L'attività cartografica è stata condotta, da un lato, omogeneizzando e rendendo compatibili tutti gli attributi delle *features*, dall'altro, digitalizzando le singole entità geografiche.

La localizzazione dei punti è stata ottenuta attraverso: Query (SQL) sui toponimi I.G.M. alla scala 1 : 25.000; *Overlay Mapping* tra toponimi e base topografica raster, scala 1 : 25.000 IGM; *Overlay Mapping* tra toponimi e ortofoto digitali, Volo Italia 2000 a colori - Compagnia Generale Riprese Aeree; *Overlay Mapping* tra toponimi e carta geologica d'Italia, scala 1:100.000; Ricerca tramite *web browsing*, o/e bibliografia in assenza di informazioni complete.

Le differenti tipologie di siti di interesse geologico, definite da un gruppo di lavoro nazionale, compaiono anche all'interno di un *database* "Geositi" (strutturato in un RDBMS, *Microsoft Access TM*) e permetteranno (in fase di *query*) di individuare un determinato gruppo di siti ricorrelabili ad una determinata tipologia o a più tipologie, esemplificativi della complessa quanto varia storia geologica della penisola italiana.

Nel quadro delle iniziative condotte a livello locale da Regioni, enti locali, università ed altre istituzioni ed organizzazioni, il lavoro riveste il ruolo di collettore informativo dei contributi, rappresentando lo stato dell'arte in Italia.

Ad una lettura più approfondita la carta offre suggerimenti per la pianificazione ambientale e paesistico - territoriale ed indicazioni concernenti norme di tutela nell'ambito del sistema delle aree naturali protette. I geositi, e tra questi più in particolare i geomorfositi, rappresentano spesso elementi peculiari del paesaggio e la loro distribuzione sul territorio ne è un chiaro esempio; essi possono quindi essere considerati elementi di base per un modello di valutazione della Geodiversità, concetto purtroppo ancora oscuro e poco presente nella coscienza comune.

#### BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- D'ANDREA M. (2000) - Servizio Geologico Nazionale: Progetto "Conservazione del patrimonio geologico italiano" Nota informativa in "Giornale di Geologia", serie 3°, 62, 2000, Supplemento, pp. 121-124.
- D'ANDREA M., COLACCHI S., GRAMACCINI G., LISI A. & LUGERI N. (2003). - Un progetto nazionale per il censimento dei geositi in Italia in "Geologia dell'Ambiente", Supplemento al n. 1/2003, pp. 25-34.
- D'ANDREA M., COLACCHI S., GRAMACCINI G., LISI A. & LUGERI N. (2004) - *The Data Base of Italian Geosites Inventory*, in Parkes M.A. (Eds.) 2004 *Natural and Cultural Landscapes* - The Geological Foundation, Royal Irish Academy, Dublin, pp. 103 - 106.
- D'ANDREA M. & DI LEGINIO M. (2003) - Progetto: "Conservazione del patrimonio geologico italiano". Censimenti sui siti di interesse geologico in Italia. Aggiornamento a Dicembre 2002. Geologia dell'Ambiente (SIGEA), Anno XI, n. 1/2003, pp. 154-163 Genova.

# Escursioni geologiche: la quarta dimensione del turismo

## *Geological field trip: the fourth dimension of tourism*

BRUSTIA E. (\*), GUERRIERI L. (\*), POMPILI R. (\*),  
RISCHIA I. (\*)

### Sessione : T17.03 - *Geological heritage and tourism*

L'area mediterranea, e in particolare l'Italia, sono caratterizzate dalla presenza di testimonianze geologiche (rocce e non solo) riferibili ad un arco temporale molto esteso che va dal Precambriano fino all'Olocene, (di varia natura e tipologia).

Al fine di offrire ai partecipanti al 32<sup>nd</sup> IGC l'opportunità di visitare questi luoghi, è stato allestito dal *Field Trip Committee*, un programma di escursioni molto ricco e variegato.

Nell'ambito della Sessione "*Geological heritage and tourism*" (fig. 1) è stato richiesto alla Segreteria Scientifica del *Field Trip Committee* di relazionare sull'attività di coordinamento dei *field trip* e in particolare dell'attività svolta che ha portato alla realizzazione delle 86 guide alle escursioni.

In tutte le edizioni dell'*International Geological Congress* sono state realizzate le guide a supporto delle escursioni, secondo quanto previsto dallo Statuto dell'IUGS (art. 4.4): "*Excursions are directed by competent leaders, and the geological features to be visited are described in guidebooks made available to participants*".

Le guide alle escursioni, seppure valide ed aggiornate da un punto vista scientifico e per questo destinate principalmente ai geologi, possono rivelarsi uno strumento molto utile anche

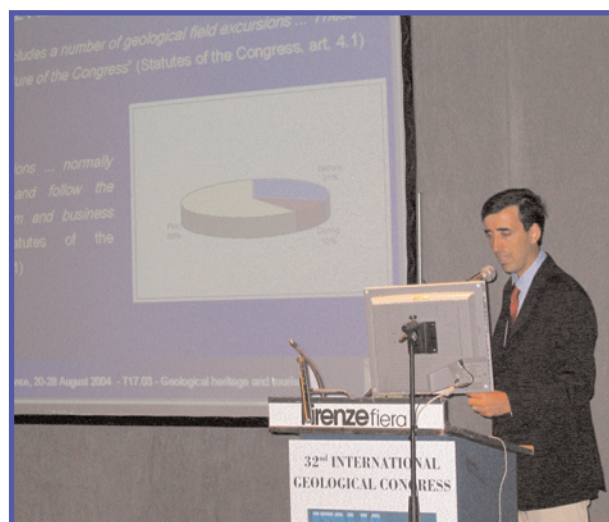


Fig. 1 - LUCA GUERRIERI durante la presentazione della comunicazione orale.  
- Luca GUERRIERI during its oral communication.

per un pubblico più vasto, desideroso di scoprire e valorizzare luoghi che solitamente ricadono al di fuori delle rotte turistiche maggiormente battute e che, serbano attrattive paesaggistiche e culturali notevoli.

Si può infatti dire che i *field trip* geologici aggiungono alle tre coordinate spaziali una quarta dimensione, quella temporale, che caratterizza il classico itinerario turistico, consentendo in tal modo di apprezzare la dinamica evolutiva del sito visitato.

(\*) APAT - Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo - Roma, Italia

Sono state realizzate 86 guide (fig. 2) di cui 61 in Italia, 24 nei paesi dell'area mediterranea (Europa, Nord Africa, e Medio Oriente) oltre la guida relativa al *Prestige Field Trip* organizzato in Karakorum. Alcune guide riguardano itinerari classici per "geoturisti" nelle aree vulcaniche attive (Etna, Vesuvio, Eolie) o su siti archeologici, sia in Italia che all'estero di grande interesse.

Anche le grandi aree urbane (Roma, Firenze e Napoli) possono rivelare interessanti aspetti geologici che ne hanno condizionato l'espansione e lo sviluppo culturale ed economico.

Le guide che descrivono le antiche piattaforme carbonatiche (p.es. Dolomiti, Dinaridi) danno l'opportunità di riconoscere a quote e latitudini insospettabili paesaggi marini e tipicamente tropicali. Analogamente, è possibile riconoscere ancora oggi i segni indelebili lasciati dalle grandi catastrofi del passato geologico (per esempio estinzioni di massa) così come dagli eventi catastrofici più recenti (p.es. frane, alluvioni e terremoti).

In questo senso, anche la visita a una località termale al di là degli effetti benefici sulla salute

può essere l'occasione per capire a fondo le condizioni geologiche che hanno indotto nelle acque sotterranee il particolare arricchimento in taluni elementi e/o l'aumento della temperatura.

Non potevano mancare, nel panorama mediterraneo, un paio di guide (una in Italia ed una in Francia) dedicate alle relazioni, spesso molto strette, tra la natura del terreno e le caratteristiche dei vini prodotti.

In merito all'attività editoriale condotta in APAT finalizzata alla realizzazione delle 86 guide alle escursioni (rappresentata schematicamente in fig. 3), il *Field Trip Committee* ha accolto l'invito del Comitato Organizzatore di fare le guide di tutte le escursioni proposte in Seconda Circolare, indipendentemente dal loro effettivo svolgimento.

Tutti i *leader* delle escursioni incluse in Seconda Circolare sono stati invitati a produrre una prima bozza della guida sulla base di un documento ad essi inviato contenente le specifiche editoriali cui attenersi (formati, lunghezza, dimensioni e risoluzione delle figure). Inoltre era stata definita una strutturazione del testo comune a tutte le guide,

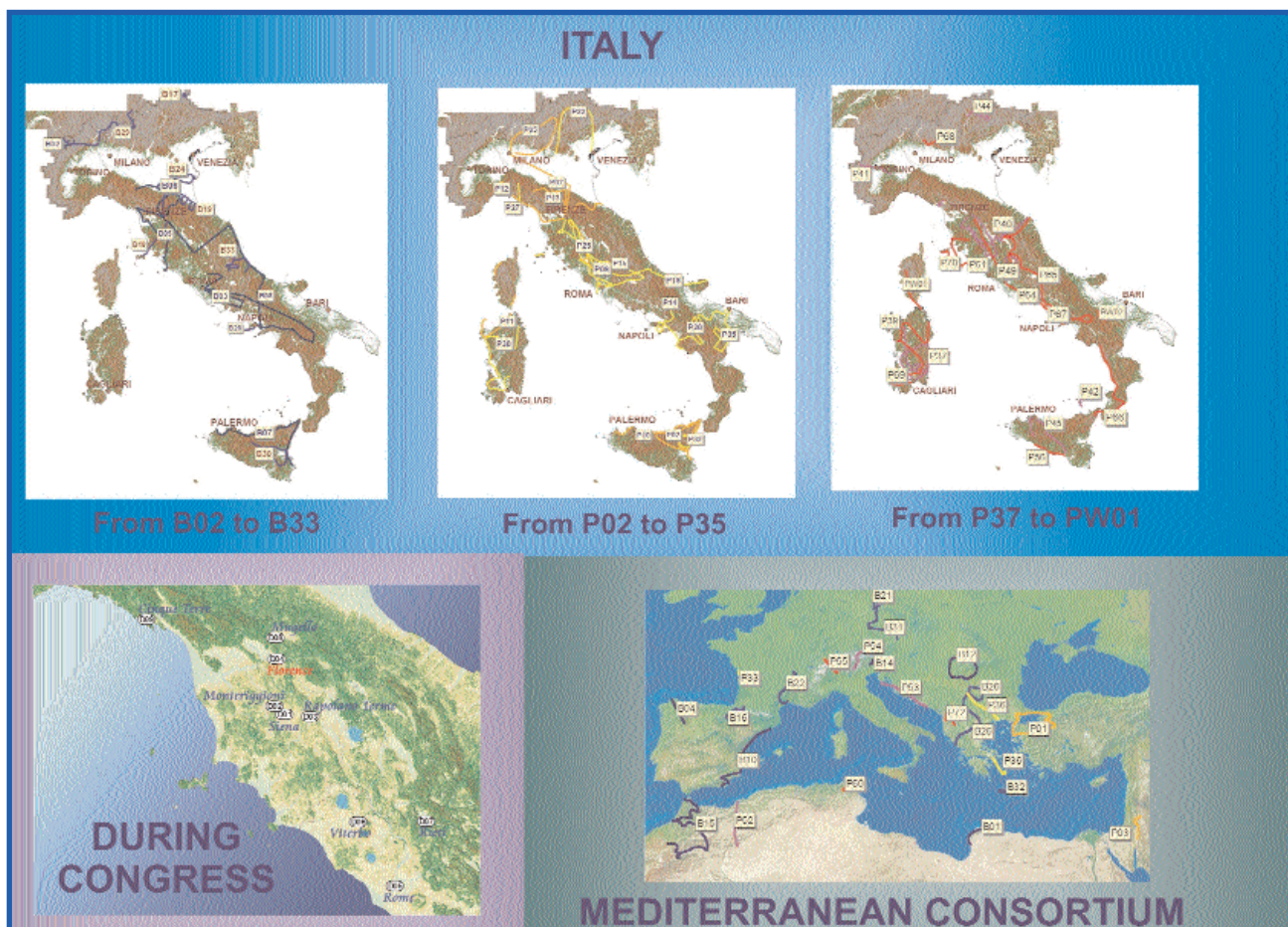


Fig. 2 - Itinerari delle 86 guide alle escursioni realizzate da APAT per il 32<sup>nd</sup> IGC.  
- *Field Trip itineraries.*



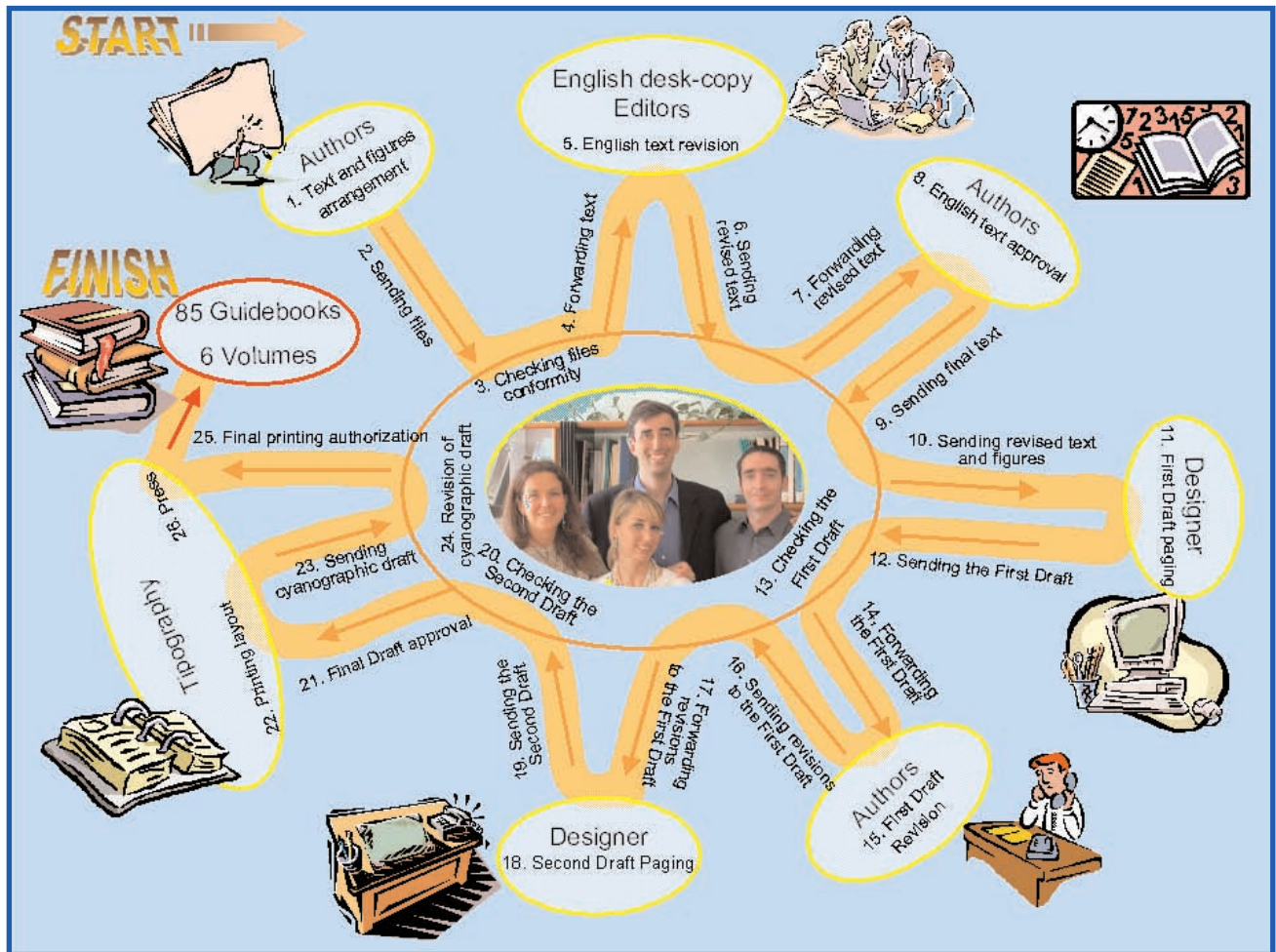


Fig. 3 - Procedura "step by step" dell'attività editoriale che ha portato alla realizzazione delle guide.  
- "Step by step" procedure used to produce Field Trip guide books.

caratterizzata da un capitolo introduttivo, un inquadramento geologico regionale, cui faceva seguito la descrizione dei diversi *stop* dell'itinerario previsto, rappresentato sempre in quarta di copertina.

I testi e le figure inviate sono stati verificati in APAT in merito alla conformità rispetto alle norme editoriali di cui sopra e quindi inviati alla revisione della lingua inglese presso un gruppo di esperti madrelingua di Firenze.

La versione corretta del testo è stata quindi inviata nuovamente agli autori per l'approvazione del testo finale. I file approvati sono stati trasmessi ad uno studio grafico per l'impaginazione della Prima Bozza.

Questa è stata nuovamente inviata agli autori per l'approvazione per la stampa previa segnalazione di imprecisioni e/o richiesta di eventuali modifiche e integrazioni attraverso un apposito modello (*First Draft Form*).

Sulla base di queste segnalazioni sono quindi

state prodotte le Seconde Bozze che sono state nuovamente verificate in APAT ed approvate per la tipografia che ha curato una prima versione cianografica, e quindi la stampa.

Per diffondere nella maniera più completa possibile una produzione editoriale così importante ed aggiornata, sono stati realizzati diversi formati di divulgazione:

- supporto cartaceo (fig. 4): le singole guide e il cofanetto contenente tutte le guide in sei volumi;
- supporto informatico: tutte le guide in formato PDF a risoluzione video sono state inserite in CD e sono state rese disponibili e scaricabili dal sito internet dell'APAT.

<http://www.apat.gov.it/site/it/IT/APAT/FieldtripGuidebooks/>

Tali materiali non sono stati forniti solamente ai partecipanti alle escursioni: le singole guide, il cofanetto e il CD erano in distribuzione gratuita allo stand APAT del 32<sup>nd</sup> IGC.

La realizzazione di quest'opera è stata una



Fig. 4 - Le copertine delle guide e dei volumi.  
- *Field Trip guides volumes covers.*

occasione per studiosi e scienziati nel campo delle Scienze della Terra appartenenti a realtà istituzionali diverse (università, enti di ricerca ma anche Servizi Tecnici, ARPA, etc.) per lavorare

insieme ad un'iniziativa comune di cui il Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT, in qualità di Servizio Geologico d'Italia, ha avuto il ruolo di coordinatore.

# Il censimento dei siti minerari in Italia: uno strumento di base per il recupero e l'utilizzo del patrimonio minerario italiano per scopi turistici e museali

*The census of mines in Italy : a basic instrument reclaim and recover  
the italian mining heritage for tourist and museum purposes*

DACQUINO C. (\*)

**Sessione T22.01 (269)** National / International geological map databases

## PREMESSA

Il censimento dei siti minerari in Italia trae origine dall'art. 22, comma 1, della Legge 179 del 31/7/2002 ("Disposizioni in materia ambientale") che così recita:

*"Entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio effettua il censimento di tutti i siti minerari abbandonati."*

Inoltre, l'art. 114 della Legge 388/2000 (finanziaria 2001) cita al comma 10:

*"Al fine di conservare e valorizzare anche per finalità sociali e produttive, i siti e i beni dell'attività mineraria con rilevante valore storico, culturale ed ambientale, è assegnato un finanziamento di lire 3 miliardi per l'anno 2001 e di lire 6 miliardi a decorrere dall'anno 2002 al Parco geominerario della Sardegna..."*

ed al comma 20 :

*"Il decreto di cui al comma 17 (decreto Bagnoli) dovrà*

*indicare un elenco di aree industriali prioritarie, ivi comprese quelle ex estrattive minerarie, rientranti in un piano straordinario per la bonifica e il recupero ambientale, nonché le modalità per la redazione dei relativi piani di recupero. Per la realizzazione del piano straordinario per la bonifica e il recupero ambientale è autorizzata la spesa di lire 10.000 milioni per ciascuno degli anni 2001, 2002 e 2003".*

Anche se, come risulta dalla consultazione degli atti parlamentari, gli articoli citati non sono organicamente collegati, tuttavia da essi emerge un quadro complessivo caratterizzato da:

- Riconoscimento dell'attività mineraria come patrimonio storico e culturale.

- Consapevolezza che i siti minerari abbandonati sono potenziali fonti di rischio ecologico e sanitario.

- Necessità di disporre di una base dati informativa per quantificare e progettare strategicamente gli interventi.

- Opportunità di disporre di metodologie adeguate per gerarchizzare i siti sia in funzione delle loro potenzialità turistico-museali che dei rischi ecologico-sanitari e statico-strutturali.

(\*) APAT - Servizio Interdipartimentale Emergenze Ambientali - Roma, Italia



## QUADRO ORGANIZZATIVO DI RIFERIMENTO: IL REPERIMENTO DEI DATI

La Legge 15 marzo 1997, n. 59 art. 1, comma 1 e il successivo DL. 112 del 31 marzo 1998, attuativo della L. 59/97, all'art. 34 conferisce alle regioni i compiti dei Distretti minerari (comma 1) e degli Ingegneri Capi degli stessi distretti (comma 2).

Prima di allora le attività minerarie, con l'esclusione delle ricerche e delle coltivazioni di idrocarburi e geotermiche, erano gestite attraverso dodici distretti nazionali, facenti capo al Corpo delle Miniere, dipendente dal Ministero dell'Industria e delle Attività Produttive, a cui si aggiungevano i tre distretti della regione Sicilia e i due delle province autonome di Trento e Bolzano.

Il passaggio delle competenze dai dodici distretti nazionali alle regioni ha avuto forti conseguenze sulla reperibilità e disponibilità dei dati relativi all'attività mineraria, conservati dai succitati distretti.

Se a questo si aggiunge la maggiore parcellizzazione dei referenti, il minore interesse, in alcuni casi, di questi ultimi all'attività mineraria, la totale mancanza di informatizzazione degli archivi, si può intuire come la realizzazione di un censimento completo dei siti minerari italiani sia stata un'impresa ardua.

Fortunatamente, la ricerca effettuata sui dati disponibili ha consentito di individuare un "*Censimento del patrimonio minerario nazionale*", realizzato dall'Università di Bologna, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento DICMA.

Tale censimento, coordinato e diretto dal Prof. P. Berry, ordinario di Arte Mineraria, cui ha collaborato l'ing. P. Ballestrazzi dell'ANIM, attraverso l'analisi di più di 7000 documenti, raccoglie i dati di oltre 1500 siti minerari che hanno operato sul territorio nazionale nei 100 anni che vanno dal 1889 al 1989, disponibili su schede cartacee. Si tratta dell'unico censimento organico, relativo all'intero territorio nazionale, che sia mai stato svolto.

Partendo da questo censimento e facendo riferimento alla raccolta delle Relazioni Annuali del Servizio Minerario, ai registri delle "Concessioni" degli ex Distretti, ancora disponibili e consultabili, alla raccolta delle Gazzette Ufficiali e dei Bollettini Ufficiali regionali, in cui sono riportati i provvedimenti relativi alle concessioni minerarie, ed, infine, alla consultazione dei siti web regionali e ad interviste ai referenti regionali in materia di attività mineraria, il lavoro di realizzazione del censimento dei siti minerari è stato articolato

nelle seguenti fasi:

1 - Informatizzazione del censimento DICMA, relativo all'arco temporale 1889-1989.

2 - Suddivisione del territorio in otto aree, sufficientemente omogenee dal punto di vista della numerosità dei siti.

Per ciascuna area è stato individuato un rilevatore con il compito di verificare e correggere il *database* DICMA e di integrarlo con i siti ante 1889 e *post* 1989, avvalendosi:

- della raccolta delle Riviste annuali del Servizio Minerario;
- dei Registri delle Concessioni;
- delle pubblicazioni dei decreti relativi alle concessioni minerarie su Gazzetta Ufficiale e Bollettini Ufficiali Regionali;
- della consultazione dei siti *web* regionali e di interviste ai referenti regionali;
- della documentazione varia reperibile (monografie,...).

3 - Verifica finale ed omogeneizzazione del *database* realizzato. Messa a punto di una metodologia per la gerarchizzazione dei siti.

Allo stato attuale sono state completate le fasi 1 e 2, salvo la validazione dei dati relativi ai siti minerari della Sicilia.

## ANALISI DEI RISULTATI DEL CENSIMENTO

In questo paragrafo verranno analizzati i risultati del censimento, tenendo conto che il censimento stesso non è stato ancora validato, in particolare per quanto riguarda i siti siciliani.

Si tratta, quindi, di risultati di prima approssimazione che, però, forniscono un quadro sufficientemente esaustivo dell'attività mineraria in Italia negli ultimi 130 anni.

Come risulta da figura 1 e tabella 1, il numero complessivo di siti censiti è di 2645 articolati su tutte le regioni e su ben 88 province su 103, il che conferma la diffusione dell'attività mineraria sul territorio nazionale.

Particolarmente significativa è la presenza di siti minerari in Sicilia (584), Toscana (413), Sardegna (409), Piemonte (280) e Lombardia (272).

In figura 2 è mostrato l'andamento temporale, da cui risulta che ad un costante e progressivo aumento dell'attività mineraria fino alla fine degli anni '50 ha fatto seguito una forte ed altrettanto

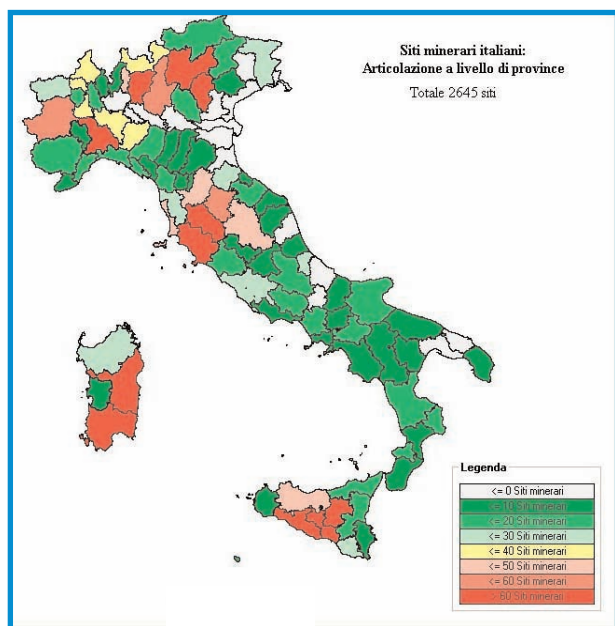


Fig. 1 - Distribuzione dei siti minerari in Italia per provincia.  
- Distribution of mining sites in the Italian provinces.

Tab. 1 - Numero di siti minerari per regione.  
- Number of mining sites in Italian regions.

| Regioni                    | Siti        |
|----------------------------|-------------|
| Piemonte.....              | 280         |
| Valle d'Aosta.....         | 26          |
| Lombardia.....             | 272         |
| Trentino Alto Adige.....   | 78          |
| Veneto.....                | 112         |
| Friuli Venezia Giulia..... | 28          |
| Liguria .....              | 48          |
| Emilia-Romagna.....        | 79          |
| Toscana.....               | 413         |
| Umbria.....                | 52          |
| Marche.....                | 24          |
| Lazio.....                 | 67          |
| Abruzzo.....               | 41          |
| Molise.....                | 4           |
| Campania.....              | 40          |
| Puglia.....                | 20          |
| Basilicata.....            | 7           |
| Calabria.....              | 61          |
| Sicilia.....               | 584         |
| Sardegna.....              | 409         |
| <b>TOTALE.....</b>         | <b>2645</b> |

costante diminuzione, fino all'attività mineraria residuale attuale, meno di 200 siti in gran parte di minerali industriali.

Per quanto riguarda i principali minerali estratti, questi sono mostrati in tab. 2.

Particolarmente significativa la presenza di Zolfo, concentrata in Sicilia (489 siti), di Marna da cemento, in Piemonte (109), Lombardia (70), Toscana (45) ed Emilia-Romagna (36), di Blenda e Galena, quasi sempre in associazione e concentrati in Sardegna (171).

I giacimenti di Lignite sono stati prevalentemente concentrati in Toscana (148 siti), mentre l'estrazione di Caolino e Feldspati, i principali minerali industriali e gli ultimi ancora coltivati, è concentrata soprattutto in Piemonte (65), Veneto (30), Lazio e Calabria (23).

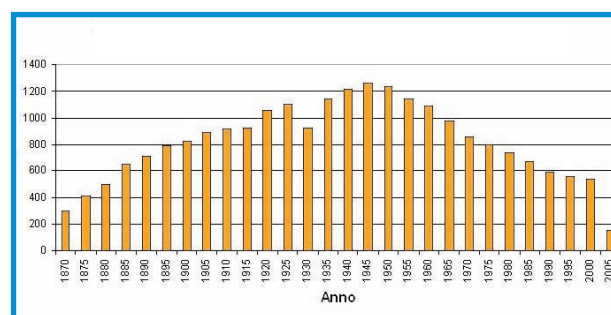


Fig. 2 - Andamento temporale dei siti minerari italiani.  
- Activity of Italian mining sites in the last 135 years.

Tab. 2 - Principali minerali estratti.  
- Number of mining sites according to the main exploited mineral.

| Minerale                | Siti |
|-------------------------|------|
| Zolfo.....              | 558  |
| Marna da cemento.....   | 338  |
| Galena.....             | 287  |
| Blenda (Sfalerite)..... | 225  |
| Lignite.....            | 246  |
| Caolino, Feldspato..... | 199  |
| Barite.....             | 97   |
| Fluorite.....           | 87   |
| Pirite.....             | 77   |
| Calcopirite.....        | 77   |
| Baritina.....           | 66   |
| Talco.....              | 66   |



# Miti e Scienza. La relazione tra fenomeni naturali e mitologia umana

*The application of myths in modern science*

FULLONI S. (\*)

## Sessione T 17.05

*Myth and geology*

### DEFINIZIONE E FUNZIONE DEL MITO

E' universalmente noto, come l'umanità, nelle sue espressioni culturali primordiali avesse difficoltà nel comprendere e classificare forze naturali, disastri e fenomeni. Per questo motivo le culture tribali concepirono dei modelli fissandoli inizialmente nella cultura orale, in seguito, con lo sviluppo del sistema sociale, nella religione, ed infine, con il progresso della tecnologia, nella scienza. In un mondo primitivo, vissuto dall'uomo in strutture sociali arcaiche e prive di lingua scritta, la tradizione orale era fondamentale per narrare e descrivere situazioni ed eventi ad individui capaci di intendere solo pittogrammi. La maggior parte dei miti fu creata quindi per circoscrivere le attività ed articolare la vita umana in modo più ordinato.

Uno degli esempi più importanti sono i 10 comandamenti di Mosè, che demarcano la transizione dalla comunità tribale ad una società di legge. Studi molto approfonditi hanno dimostrato che furono necessari ca. 500 anni per mettere

a punto queste leggi che posero nuove condizioni di vita. Nella coscienza dell'uomo antico la tradizione mitica rispecchia la consapevolezza della propria dimensione esistenziale. Il mito (dal greco *mythos*: narrazione, storia, favola) non è mai finzione, bensì sempre un evento reale, accaduto molto tempo addietro, ma nonostante ciò operativo ed effettivo, che in seguito viene trasformato in storia. I concetti racchiusi nel mito sono espressi in un linguaggio ideografico, divenendo un veicolo comprensibile a tutti, perché la sostanza è trasmessa attraverso una storia intellegibile. Il mito conferma la continuità della vita, divenendo quindi un assioma permanente che si riferisce al passato, al presente e al futuro. Eventi causati dagli dei, dalla natura e dall'uomo sono fissati quali accadimenti unici attraverso il tempo e vengono utilizzati per costruire modelli comportamentali. Le azioni divine si distinguono solo in parte dalle gesta dei mortali, combinando quindi pensiero divino e umano nella stessa sfera.

L'umanità può così interagire soggettivamente nella propria esistenza, perché la trasmissione alla posterità del linguaggio mitico e del modello, supportata da culto, fede e religione, è indispensabile per preservare la vita e l'ambiente.

La ripetizione volontaria di un concetto con l'ausilio del rito lo rende valido in eterno, quindi è

(\*) APAT - Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo - Roma, Italia

fondamentale che la tradizione sia perpetrata senza alterazioni.

Ma questo modello comportamentale e sociale trova applicazione in un mondo incontaminato, dove la specie umana costituisce un tutt'uno con la natura. Il ragionamento razionale - funzionale causa l'inevitabile crisi del mito, ad esempio in società caratterizzate da un forte monoteismo oppure da un sapere evoluto. Il mito sopravvive in contesti dove il tasso di quesiti è molto elevato, e nel mondo antico enigmi esistenziali comprendenti gli dei, l'uomo e la natura furono affrontati attraverso la disciplina dell'eziologia, che include la teogonia, la cosmogonia, l'antropogonia e la soteriologia.

Oltre a questi filoni di studio si svilupparono tre archetipi mitologici che posero le basi per l'identità della società umana e il proprio ambiente.

Il primo gruppo riguarda i miti operativi, creati allo scopo di:

- Glorificare famosi capi tribali, guerrieri ed eroi (gli straordinari personaggi greci e troiani nell'Iliade di Omero);

- Instaurare e fortificare etnie e storia (l'origine di Roma narrata da Tito Livio);

- Rimuovere contraddizioni esistenti tra finzione storica e fantasia etnica (la nascita di *clan* e dinastie- l'origine divina di Giulio Cesare, discendente da Venere; le invasioni di territori e paesi- Guglielmo il Conquistatore in Inghilterra).

Il secondo gruppo comprende i miti iterativi, i quali vengono regolarmente ripetuti durante rituali e cerimonie, spesso con intenti magici e principalmente per mantenere una stretta connessione tra una società più evoluta e la natura.

Questi miti sottolineano accadimenti importanti che riguardano la comunità tribale, quali avvenimenti climatici ricorrenti come ad es. il cambio delle stagioni, le piogge stagionali, i solstizi e gli equinozi, nonché le catastrofi naturali.

In questo contesto svariate culture crearono preziosi oggetti di culto, i quali, combinati al carisma sciamanico dei sacerdoti, ottenevano il risultato di fortificare la sequenza rituale, esorcizzando eventuali disastri (fig. 1).

Il terzo gruppo si compone dei miti speculativi ed esplicativi. Si tratta di un processo conoscitivo piuttosto complesso, perché questi assiomi danno un'apparente soluzione a una grave problematica per renderla più astratta e irrealistica allo scopo che divenga più accettabile, come ad esempio la morte o una catastrofe naturale. Se non esiste un metodo razionale per risolvere la questione, ovviamente nei termini di accettazione da parte del credo interiorizzato della comunità, l'insormontabile dilemma sarà semplificato in un

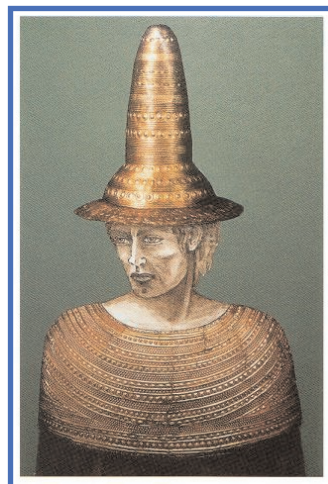


Fig. 1 - Druido con copricapo e mantella in lamina d'oro (1300 a.C.) ricostruzione, reperti ritrovati in Germania e in Irlanda.  
- *Druid with golden covered cape and hat reconstruction. Findings from Germany and Ireland.*

mito, che può essere assimilato alla società anche se non ne spiega la causa reale.

Accadimenti di causa ignota vengono tradotti in termini e argomenti comprensibili, allo scopo di dare all'individuo la possibilità di rapportarsi ad aspetti repellenti o assolutamente inaccettabili posti dalla vita e dalla natura.

## LA STORIA ANTICA E I FENOMENI NATURALI

La stretta connessione tra le tre classi di miti e la nascita della storiografia appare evidente, perché l'interesse dell'umanità nei confronti dell'origine dei propri antenati e dell'ambiente circostante è sempre stato grande. Per un lungo periodo quindi, l'uomo si è servito per questi intenti del mito, della religione e solo in seguito della storiografia. Nelle antiche culture del bacino mediterraneo la rappresentazione ufficiale di eventi passati si basava sulla supposizione che re e città godessero della protezione degli dei. Quindi la storia è confluita nel mito e viceversa e in questo senso va sottolineato che l'esposizione storica è prevalentemente una narrazione soggettiva, nella quale la verità non viene mai raggiunta. Gli storiografi antichi, consapevoli di questa limitazione cercarono di risolvere il problema introducendo nelle loro opere elementi narrativi di tipo divino e/o mitologico. Nonostante ciò la finzione era bandita, infatti si distingueva rigorosamente tra asserzioni prive di fondamento e azioni umane: "teorie prive di fondamento venivano rigettate".

Parafrasando un'importante assioma di Senofonte (V - IV secolo a.C.), filosofo che influenzò il pensiero di Cicerone e Sallustio, gli dei non rivelarono la totale conoscenza all'umanità, è bensì





Fig. 2 - Piantina del bacino mediterraneo, II secolo d.C.  
- Map of the mediterranean sea, II century a.D.

compito dell'uomo ricercare la verità.

I miti e la storiografia antica, a partire da le più antiche fonti conosciute provenienti dall'Egitto (3200 a.C.), passando attraverso le culture accadica e sumera, ittita, ebraica, per giungere in Grecia e a Roma, riguardano principalmente tradizioni e concetti che formano la base della cultura del mondo occidentale. Da questi pensieri deriva la storiografia, che nel senso moderno del termine fu sviluppata nella Grecia ionica a partire dal VII secolo a.C.

Ma le fonti e i testi antichi trattano anche informazioni dettagliate concernenti mutamenti e dissesti ambientali che causarono il declino di diverse culture. Ad esempio, a partire dall'epoca storica della civiltà occidentale (4° millennio a.C.), oltre la metà dei terremoti registrati sono avvenuti in un'area che include la Mesopotamia, l'Anatolia nordovest, la Siria, la Palestina, la Grecia, la Dalmazia, l'Italia, la Spagna meridionale, la Mauretania, coinvolgendo occasionalmente la zona est del nord Africa, la Cirenaica e l'Egitto (fig. 2).

Questi frequenti terremoti, sia di lieve che di elevata magnitudo, ebbero un'enorme influenza sulla nascita, la fioritura e la distruzione di civiltà.

Un ritardo nel decollo di civiltà nel Mediterraneo orientale e in Medio Oriente può essere il risultato di questo tipo di catastrofe, spesso coincidente con altri eventi, ad es. le inondazioni, e sono quindi rilevanti per fissare la cronologia di queste culture. L'antico periodo dell'età del Bronzo si concluse in Anatolia, Siria, Palestina e Mesopotamia in coincidenza con eventi sismici intorno al 2100 - 2000 a.C.

Troviamo la stessa causa per la fine della media

età del Bronzo (1730 a.C.) e la tarda età del Bronzo (1365 a.C.) nelle stesse regioni. Nei territori più urbanizzati del Mediterraneo orientale (Grecia e Italia), e in Medio Oriente (Siria e Palestina), l'uomo, consapevole della frequenza del fenomeno, lo inserì nel mito, nella religione e nell'ideologia morale. Paura e sofferenza causata da terremoti venivano così assimilati e interiorizzati nella mitologia e in riti sequenziali con lo scopo di esorcizzarne gli effetti nefasti.

È evidente come l'umanità abbia da sempre ricercato anche spiegazioni scientifiche a questi fenomeni e questo a partire almeno dal VI secolo a.C., in concomitanza con l'avvento della filosofia naturale, originaria dalla Grecia ionica, che professava il ragionamento razionale dell'individuo. Lo scopo di filosofi, scienziati e storici era quello di ricercare le origini delle calamità o, in alternativa, incrementare le conoscenze con propositi di prevenzione.

Questi obiettivi sono validi a tutt'oggi, perché nonostante l'avanzata tecnologia non si è ancora in grado di prevedere catastrofi naturali con assoluta certezza. Ma l'immenso patrimonio di tradizioni e concetti del passato, i miti e la storiografia contenuti nelle fonti antiche, apre comunque nuove prospettive di ricerca, ovvero lo studio del cambiamento del territorio e delle mentalità insediative attraverso l'analisi dei dissesti ambientali avvenuti in epoche passate, che forse ci condizionano ancora oggi.

A partire dalla nascita del pensiero filosofico naturalistico, proveniente dalla Grecia ionica (VI secolo a.C.), cioè da quando l'uomo riflette in modo razionale sul proprio ambiente e i suoi meccanismi, egli ha cercato di trovare spiegazioni "scientifiche" per questi fenomeni, che come abbiamo visto sono strettamente legate ai miti.

Ne consegue, che le diverse interpretazioni sviluppate da filosofi, scienziati e storici del passato sono di fondamentale importanza per le nostre ricerche oggi, atte ad analizzare catastrofi naturali susseguitesi nel tempo che hanno invariabilmente cambiato il nostro ambiente. Attraverso lo studio delle fonti antiche esiste la possibilità di analizzare i singoli dissesti in relazione all'impatto ambientale. Infatti in diversi periodi storici dissesti ambientali possono aver causato regressioni antropiche, popolazioni di nuovi siti, fondazioni di città, abbandono di siti etc. Si ha quindi la possibilità di valutare l'incidenza sull'ambiente e il patrimonio culturale e naturalistico nel corso dei secoli.

# Il fattore terremoto nell'analisi sitologica e nella progettazione di impianti industriali ad alto rischio

## *Earthquake loads in siting and design of high-risk industrial facilities*

MOHAMMADIOUN B. (\*), MOHAMMADIOUN J. (\*),  
SERVA L. (\*\*)

### **Sessione G02.07 - *Siting and design of critical industrial facilities/infrastructures***

Con il termine *siting* (letteralmente “analisi sitologica”) si intende il processo che porta alla selezione del sito idoneo ad ospitare attività industriali a rischio più o meno elevato. In altre parole le operazioni di *siting* hanno come obiettivo sia il proteggere il sito/impianto da rischi derivanti da fenomeni naturali, quali il terremoto, e dalla attività dell'uomo, come anche il minimizzare gli effetti del sito/impianto stesso sull'ambiente naturale ed antropico.

Questo processo diviene sempre più articolato e sofisticato nel caso di siti/impianti più complessi raggiungendo il massimo, anche in funzione del database geologico-geofisico-sismologico richiesto, nel caso delle opere nucleari.

Le analisi di *siting* devono fondamentalmente consentire da un lato di valutare la stabilità geologica e geotecnica di un sito e quindi la sua effettiva idoneità alla localizzazione di un impianto a

rischio, dall'altro di individuare i parametri di progettazione delle opere a fronte dei carichi derivanti dall'ambiente (es. carico sismico).

La metodologia di riferimento per il *siting* delle centrali nucleari a fronte del fenomeno terremoto è quella descritta nella Guida Tecnica della Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA, 1991) alla cui stesura gli Autori hanno contribuito in maniera significativa.

Le problematiche legate al terremoto sono di due tipi. La prima riguarda la caratterizzazione degli elementi geologici e/ geotecnici che hanno influenza diretta sulla idoneità del sito ad ospitare l'opera. È il caso, ad esempio, della presenza nell'area di faglie capaci (attive) di produrre fagliazione superficiale (dislocazione e/o deformazione permanente del terreno, fig. 1). Le tecniche di indagine per la risoluzione di tale problematica includono analisi geologiche e geomorfologiche, prospezioni geofisiche e geodetiche e dettagliate analisi stratigrafiche in trincee esplorative. Secondo la IAEA, in caso di presenza di faglie capaci il sito viene considerato non idoneo ad ospitare l'opera.

(\*) Robin's Wood Consulting

(\*\*) APAT - Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo - Roma, Italia





Fig. 1 - La fagliazione superficiale avvenuta nel corso del terremoto in Turchia (Mar di Marmara) del 1999 ha deformato la condotta di due metri di diametro di un acquedotto.

- Surface faulting occurred during Turkey earthquake (Marmara sea) in 1999, strongly deformed a pipeline.

Altre problematiche ricadenti in questa categoria sono legate alla capacità portante dei terreni di fondazione in condizioni sismiche (a prevenire ad esempio il fenomeno della liquefazione delle sabbie), alla presenza di frane significative e di potenziali collassi del terreno legati al carsismo.

Qualora non siano possibili soluzioni di tipo ingegneristico a fronte di situazioni problematiche in questo ambito il sito deve essere giudicato non idoneo.

La seconda categoria riguarda la definizione del cosiddetto terremoto di progetto per l'opera. A tal fine è necessario individuare tutte le possibili sorgenti sismiche (il cosiddetto modello sismotettonico) da cui derivare, attraverso appropriate leggi di attenuazione, il massimo scuotimento sismico al sito. Gli elementi per tale valutazione sono di tipo sia geologico-geofisico che sismologico e vengono analizzati a scala più o meno ampia: alla scala regionale per ricostruire l'assetto geologico-strutturale regionale e quindi individuare le potenziali sorgenti di sismi, alla scala della struttura sismogenetica per la valutazione della pericolosità sismica associata, alla scala di un determinato intorno del sito prescelto per la definizione delle caratteristiche della eventuale fagliazione superficiale al sito e alla scala del sito stesso per la definizione ad esempio della risposta sismica dei terreni di fondazioni dell'opera.

Per il nucleare due livelli di terremoto di progetto (SL-1 e SL-2) sono presi in considerazione: il livello SL-2 è il livello massimo, caratterizzato da un evento sismico estremo avente probabilità assai scarse di verificarsi durante il tempo di vita dell'opera.

La sua valutazione è basata sul modello sismotettonico e sui parametri di tipo ingegneristico

degli strati su cui poggia il sito. Il livello SL-1 è invece un livello inferiore in termini di magnitudo ma più probabile: si assume che tale terremoto possa verificarsi anche più volte nella vita dell'opera. Al livello SL-2 sono progettate le parti di impianto più pericolose mentre al livello SL-1 quelle meno. In termini di probabilità di accadimento l'evento SL-2 in genere è dell'ordine di  $10^{-4}$  per anno mentre per l'SL-1 è  $10^{-2}$  per anno.

L'applicazione di questa procedura agli impianti industriali a rischio non può comunque essere effettuata *"tout court"*: è infatti evidente che il rischio associato a qualsiasi impianto industriale è inferiore al rischio delle opere nucleari e ogni procedura di *"siting"* deve essere calibrata sull'effettivo livello di rischio connesso all'attività industriale prevista. Questo si riflette sia nella quantità e qualità dei dati che è necessario raccogliere per poter esprimere valutazioni sia nella scelta del terremoto di progetto. In ogni caso, però, è assolutamente necessario escludere la presenza al sito della prima categoria di problematiche, in altre parole assicurare la stabilità geologica dello stesso.

Sulla base di quanto sopra, si ritiene che per un'area industriale, specialmente se vicino a centri abitati, in cui siano inclusi più processi che trattano diverse sostanze tossiche per l'uomo e per l'ambiente (cfr. classificazione sostanze pericolose allegata alla Dir. 96/82 della Comunità Europea, cosiddetta legge "Seveso 2") il rischio è tale da giustificare l'adozione di una procedura di poco inferiore a quella per le opere nucleari. È il caso, ad esempio, dei grandi impianti che trattano gas, petrolio liquido volatile (VLP), cloro o fosforo, che risultano pericolosi soprattutto per l'uomo. Anche i grandi serbatoi di raccolta per il gasolio e l'olio combustibile dovrebbero essere inclusi in questa categoria, per l'elevato danno ambientale che ne deriverebbe da un'eventuale dispersione.



Fig. 2 - Il prof. MOHAMMADIOUN B. che ha presentato la presente comunicazione a invito.

- The speaker, prof. MOHAMMADIOUN B.

In concreto si tratterebbe di definire il massimo terremoto potenziale di tipo SL-2 nella finestra temporale delle decine di migliaia di anni. La stima del terremoto di tipo SL-1 è invece non necessaria.

Per impianti a rischio più contenuto, ma comunque significativo, il dettaglio dell'analisi può essere molto minore. E' il caso delle industrie che trattano sostanze pericolose ubicate in aree isolate o comunque abbastanza lontane da centri abitati.

Per questa tipologia di siti potrebbe essere sufficiente la stima del massimo terremoto atteso con un tempo di ritorno di 500 -1000 anni, in analogia con il livello SL-1 del *"siting"* per le centrali nucleari.

Infine, dovrebbero essere sottoposte a *"siting"* a fronte di eventi sismici, seppure con un dettaglio ancora inferiore, anche strutture non propriamente industriali quali ponti, gallerie, autostrade, acquedotti.

Si tratta delle cosiddette *"lifelines"* che giocano un ruolo fondamentale specialmente nella fase emergenziale immediatamente successiva all'evento sismico.

L'analisi sitologica a questa tipologia di strutture è particolarmente importante in un territorio geologicamente giovane come quello italiano, caratterizzato da una dinamica geologica superficiale tutt'altro che trascurabile.

# La carta delle faglie capaci in Italia

## *The map of capable faults in Italy*

---

VITTORI E. (\*)

### Sessione T11-08

#### *Geological data and seismic hazard map*

L'Italia ha una lunga memoria di sismicità storica, che va indietro nel tempo fino ad alcuni secoli a.C.; ciò nonostante, la finestra temporale utile per le stime probabilistiche di pericolosità sismica copre all'incirca gli ultimi cinque secoli.

Sebbene esista anche una sismicità strumentale sub-crostante, tutti i terremoti significativi ai fini delle stime di *hazard* avvengono nella crosta superiore.

Le magnitudo più alte sperimentate sinora hanno raggiunto valori di poco superiori a 7 (7,4 stimato per l'evento del 1693 nella Sicilia orientale), frequenti sono stati gli eventi con magnitudo  $> 6$  (75 nel catalogo CPTI 2004). In gran parte gli eventi sono avvenuti in ambiente distensivo, ma non sono mancati terremoti compressivi o con importanti componenti orizzontali.

Le compilazioni pubblicate nel mondo di casi di fagliazione superficiale cosismica mostrano che tale fenomeno inizia a comparire per terremoti crostanti di magnitudo  $> 5,5$  e diviene in pratica la

regola per magnitudo superiori a 6-6,5.

In effetti, le fonti storiche, soprattutto le narrazioni di scienziati e viaggiatori, già prima dell'Illuminismo descrivono vari casi di fratturazione del suolo che si estendeva fino a molti chilometri con rigetti anche di metri, tipicamente al piede o a mezza costa di fasce montuose, per alcuni dei più forti terremoti del periodo (es. 1703, 1783, 1805, 1915). Studi di terreno successivi al terremoto irpino del 1980 ( $M_s = 6,9$ , 37 km di fagliazione superficiale cosismica) hanno permesso negli ultimi decenni di ritrovare i siti descritti e di provarne il significato sismo-tettonico attraverso indagini paleosismologiche, in particolare i terremoti calabresi del 1783 ( $M$  stimata 6,9 nel CPTI 2004) e quello del Fucino del 1915 ( $M = 7$ , almeno 20 km di fagliazione superficiale e circa 1 metro di rigetto). Il confronto su base essenzialmente geomorfologica ha nello stesso tempo permesso di individuare e caratterizzare nuove strutture sismogenetiche in grado di generare sismi con magnitudo  $> 6$ , precedentemente interpretate come esumazioni di contatti tettonici estinti da tempo.

Se consideriamo, come accennato sopra, che

---

(\*) APAT- Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo - Roma, Italia



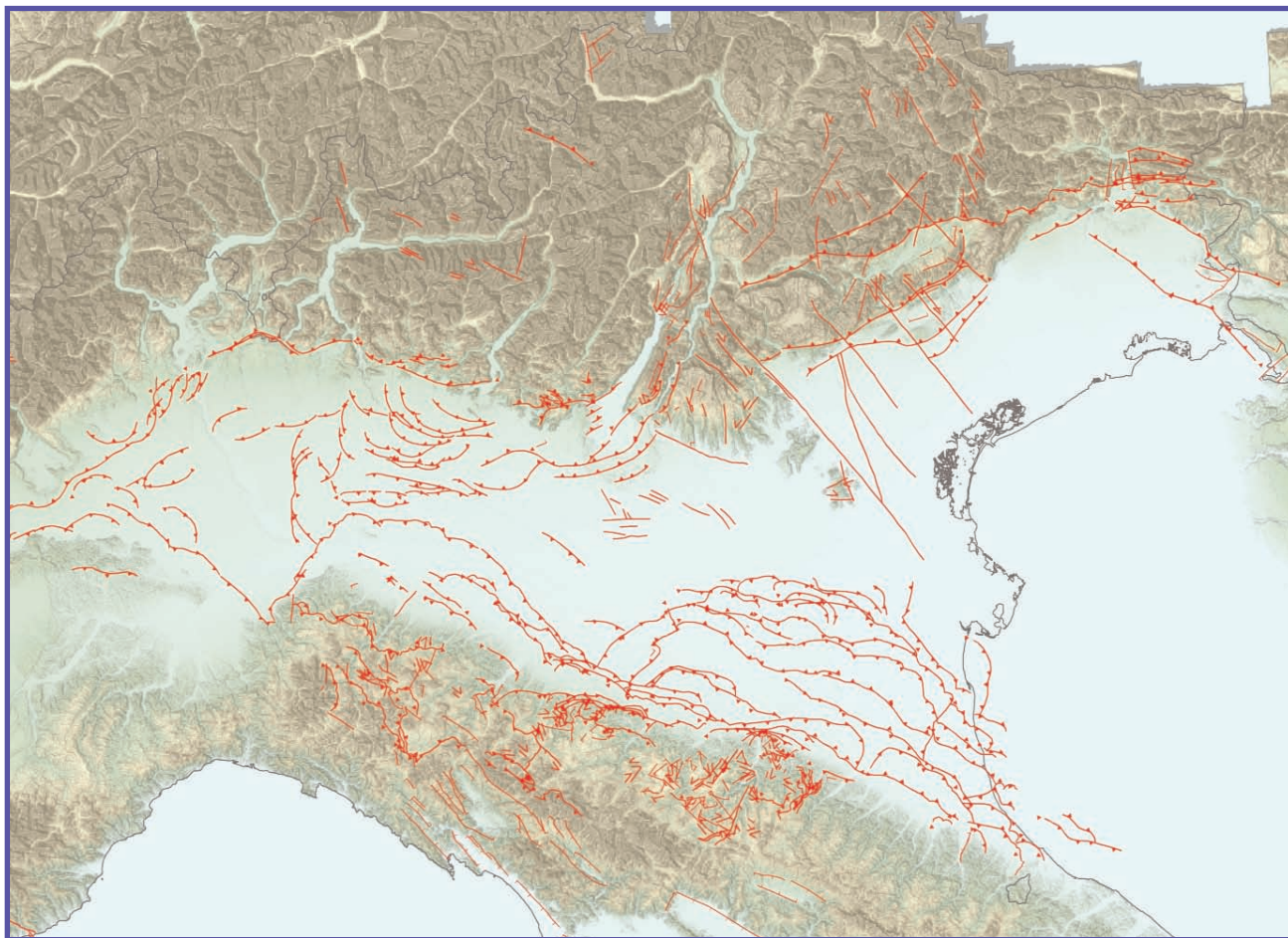


Fig. 1 - Faglie contenute nel database Ithaca per l'area Alpi meridionali - pianura Padana.  
- Ithaca database faults in the southern Alps - Po plain area.

numerosi sono i terremoti di magnitudo  $>6$  in catalogo, si deve necessariamente concludere che la fagliazione superficiale cosismica è un fenomeno piuttosto comune in un'ampia parte d'Italia, sebbene per la maggior parte di essi non sia ancora nota la faglia generatrice.

Sinora, gli studi paleosismici sono stati in grado di localizzare e caratterizzare le faglie responsabili di una serie di eventi storici e paleosismici di magnitudo  $> 5,5-6$ , dimostrando, come già accennato, che dislocazioni tardo-pleistoceniche-oloceniche hanno interessato varie strutture considerate silenti fino a poco tempo fa. Quindi, l'accurata cartografia delle faglie con evidenze di recenti riattivazioni, e perciò con elevata probabilità di nuovi movimenti in superficie nel prossimo futuro (faglie capaci), fornisce uno strumento chiave nella stima dell'*hazard* sismico, soprattutto attraverso l'assegnazione di terremoti distruttivi a sorgenti sismogenetiche caratterizzabili per lunghezza, geometria, cinematica, rigetto nell'Olocene, magnitudo attesa, tasso di scorrimento e tempi di ritorno.

Questo è, in breve, il riferimento concettuale alla base dell'inventario delle faglie capaci chiamato ITHACA, acronimo per *ITaly HAZard from CApable faults*, in corso di sviluppo presso l'APAT da circa un decennio, dapprima seguendo i principi informatori di altri progetti mondiali finalizzati alla mappatura delle faglie attive (in particolare il progetto *ILP World Map of Major Active Faults*), poi seguendo un approccio ancora più deterministico, che tiene conto della firma morfologica dell'attività tettonica, come evidenziata nelle aree più sismiche dell'Italia peninsulare e della Sicilia.

La base di dati ITHACA è stata costruita a partire dall'analisi dei dati di letteratura e studi e verifiche di terreno *ex novo*, che hanno permesso nella sua prima versione, presentata all'IGC di Rio nel 2000, una prima mappatura e descrizione di strutture capaci di terremoti di intensità superiore a VIII-IX per quella parte d'Italia dove si concentra comunemente la sismicità maggiore (Appennino centro-meridionale, Alpi orientali).

La nuova versione presentata all'IGC di Firenze nel 2004, che ha una struttura ridisegnata rispetto alla precedente, ha aggiornato i dati tenendo conto dei lavori usciti dopo il 2000 e incluso un primo *screening*, tuttora in corso, di aree apparentemente ancora caratterizzate da accorciamento (Alpi meridionali, Pianura Padana, margine adriatico, ma spesso con una sismicità storica modesta o addirittura nulla (fig. 1).

La Regione Emilia-Romagna ha fatto un punto estremamente dettagliato sullo stato delle conoscenze in quella regione, evidenziando da un lato le strutture ritenute attive e dall'altro i punti che restano da chiarire.

Comunque, lo stato delle conoscenze per le regioni alpine e padane, come del resto per le aree marine, rimane nel complesso modesto, vista anche la scarsità di studi specifici.

Va notato infatti che nelle aree montane esiste una notevole convergenza morfologica tra processi tettonici e gravitativi profondi, che, dove i tassi di deformazione sono generalmente modesti come nelle Alpi occidentali e centrali, non sempre può essere risolta in modo sicuro, neanche a valle di studi di estremo dettaglio.

Così, ai piedi delle catene alpina ed appenninica, nella pianura padano-veneta e nell'avanfossa adriatica, dove la potenziale evidenza superficiale di pieghe-faglie ancora in crescita è mascherata dalla preponderante sedimentazione fluvio-alluvionale, solo prospezioni sismiche ad elevata risoluzione possono gettare una sia pur debole luce sull'effettiva fagliazione in superficie o a piccola profondità, e quindi sul potenziale sismico del fitto reticolo di strutture sepolte.

In generale, le conoscenze sul potenziale sismico e di fagliazione superficiale sono molto

maggiori nell'Appennino centro-meridionale, dove, a causa dell'elevata sismicità, esiste una ricca disponibilità di evidenze storiche e di studi di tettonica attiva. I massicci calcarei sono spesso interrotti da bacini tettonici intramontani, con i versanti tipicamente segnati da scarpate di faglia attiva (fig. 2).

Ciò nonostante, le strutture responsabili di molti forti terremoti rimangono sconosciute, in particolare sul lato adriatico, caratterizzato da meno conservativi depositi silico-clastici.

Strutture attive contribuiscono notevolmente alla pericolosità anche nelle aree vulcaniche, quali i Colli Albani, l'area napoletana e l'isola di Ischia, e soprattutto il fianco orientale dell'Etna, dove interagiscono processi vulcano-tettonici e tettonici (scarpata ibleo-maltese).

All'Etna si osserva una frequente riattivazione di linee di rottura molto superficiali, sia con movimenti cosismici (eventi di bassa magnitudo, ma fagliazione superficiale e alta intensità macro-sismica) che per scorrimento asismico.

Allo stesso tempo vi è evidenza di eventi crostali di magnitudo medio-elevata (es. 1818).

Al momento, il *database* contiene più di 1000 faglie (fig. 3), la maggior parte delle quali non ha terremoti esplicitamente associati ad esse.

Tre tabelle principali costituiscono ITHACA: *Faults*, *Earthquakes*, *Paleoseismicity sites*, collegati ad un esaustivo elenco bibliografico.

I dati saranno a breve visibili in rete sul sito dell'APAT, con un sistema di interrogazione e visualizzazione omogeneo a quello adottato dall'agenzia per altri *databases* ambientali, che tra l'altro è molto simile al *Quaternary Fault and Fold database* visibile in linea sul sito dell'USGS, essendo basato sullo stesso *software*.