

MATTIA GUIDA (*)

UN APPROCCIO METODOLOGICO PER LO STUDIO A SCALA REGIONALE DELLE DEFORMAZIONI GRAVITATIVE PROFONDE

ABSTRACT: GUIDA M., *A methodological approach to the study at the regional scale of deep-seated gravitational slope deformations.* (IT ISSN 0391-9838, 1997).

A methodological approach towards the study of Deep-Seated Gravitational Slope Deformations (Dsgsd) is proposed herein. When performing researches with a regional character it is suggested, according to the experiences acquired studying some phenomena in the Campanian Apennine, to integrate the observations and analyses on the studied phenomena within reference geological and geomorphological models. Such models should be intended as an aid towards the understanding of the basic causes that regulate, in a given area, the development and the evolution of large gravitational phenomena. To understand the morphodynamics of the morphostructures' margins (geomorphological model) the predisposing morphostructural attitudes (geological model), together with the morpho-evolutionary sequences, should therefore be reconstructed. This phase of study can be followed by an experimental phase on scaled-down physical models (made by materials having adequately scaled deformability and strength characteristics) of the most significant situations. Finally, the management of the data obtained by all these complex procedures has necessarily to be carried out by means of computer systems, through the construction of data bases structured in such a way as to allow flexible connections among the different fields of information, as well as analyzing and producing alphanumeric and graphical data.

KEY WORDS: Deep-Seated Gravitational Slope Deformation, Methodology, Geological model, Physical modeling, Relational database

RIASSUNTO: GUIDA M., *Un approccio metodologico per lo studio a scala regionale delle deformazioni gravitative profonde.* (IT ISSN 0391-9838, 1997).

Si propone un approccio metodologico per lo studio delle Deformazioni Gravitative di Versante (Dgpv). Sulla base delle esperienze maturate nello studio di alcuni fenomeni dell'Appennino campano, si suggerisce, per ricerche di carattere regionale sulle Dgpv, l'integrazione delle osservazioni e delle analisi sui singoli eventi con l'elaborazione di modelli di riferimento (sia di tipo geologico che geomorfologico); ciò allo scopo di comprendere quali siano i motivi di fondo che regolano, in quell'ambito territoriale, lo sviluppo e l'evoluzione dei grandi fenomeni gravitativi. Si suggerisce di individuare gli assetti morfostrutturali predisponenti (modello geologico) e di ricostruire le sequenze morfoevolutive, recenti ed attuali,

per comprendere la morfodinamica dei margini delle morfostrutture (modello geomorfologico).

A questa fase di studio potrebbe seguire una fase di sperimentazione, su modelli fisici in scala ridotta, delle situazioni più significative, utilizzando opportuni materiali modello. Ovviamente, la gestione di tutti i dati acquisiti con queste complesse procedure deve essere affidata al mezzo informatico, costruendo archivi strutturati in modo da consentire di legare tra loro i diversi campi di informazione e di elaborare dati di tipo alfanumerico e grafico.

TERMINI CHIAVE: Deformazioni Gravitative Profonde, Metodologia, Modello geologico, Modellazione fisica, Archiviazione

INTRODUZIONE

Lo studio a scala regionale di fenomeni complessi, come i grandi movimenti gravitativi del tipo Deformazioni Gravitative Profonde di Versante, deve necessariamente prevedere analisi integrate e sistematicità nell'acquisizione dei dati. Le cause di questi fenomeni sono principalmente geologiche, per cui è prioritario aggiornare i dati geologici disponibili, approntando modelli di riferimento sulla base delle nuove acquisizioni sulle successioni affioranti, sugli eventi paleotettonici e neotettonici e sull'assetto strutturale. Vanno anche definiti il contesto stratigrafico-strutturale e la complessa evoluzione tettono-sedimentaria di ciascuna Unità stratigrafico-strutturale affiorante, nonché le principali fasi tettoniche e i conseguenti rapporti geometrici acquisiti (modello geologico).

Altrettanto indispensabile è un modello geomorfologico aggiornato la cui elaborazione deve prevedere lo studio delle coperture quaternarie e dei morfotipi più significativi, allo scopo di ricostruire la storia evolutiva passata (a partire dalla identificazione del sistema crinale-versante-fondovalle) e di considerare le modificazioni morfologiche, a medio e lungo termine, e le relative variazioni dello stato tensionale indotte dalla morfoevoluzione (modello geomorfologico).

L'effetto terminale della complessa interazione tra paleotettonica, neotettonica e morfogenesi può essere rappre-

(*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Napoli «Federico II», largo S. Marcellino 10 - 80138 Napoli.

Lavoro eseguito con il contributo finanziario del Cnr (94.0116-CT05).

sentato da modelli morfostrutturali tipo, caratteristici di quell'ambito regionale investigato. Una volta individuati, questi modelli vanno catalogati e gerarchizzati in assetti di varia complessità (tipi morfostrutturali).

Un importante aiuto per comprendere l'evoluzione dei versanti, il cui modellamento è dato essenzialmente dal procedere delle deformazioni dovute al peso proprio, può essere fornito anche dalla sperimentazione in laboratorio su modelli a scala ridotta (modellazione fisica), in quanto, i tempi molto lunghi e la progressività dei fenomeni deformativi, non consentono di apprezzare *in vivo* il procedere dei processi deformativi e di definire i meccanismi attraverso i quali si esplicano i movimenti lenti e continui che precedono le fasi di crisi, caratterizzate da movimenti anche molto rapidi. In modelli soggetti alla sola accelerazione di gravità è possibile ottenere stati deformativi ed, eventualmente, condizioni di rottura paragonabili a quelle di versanti prototipo, utilizzando materiali meno resistenti e più deformabili degli ammassi rocciosi reali, in modo quantitativamente proporzionale al rapporto di scala intercorrente tra modello e prototipo.

Un ultimo aspetto, non meno importante, riguarda l'archiviazione dei dati acquisiti seguendo l'approccio metodologico suggerito. Si tratta di una notevole quantità di informazioni per le quali occorre prevedere un archivio informatico strutturato in modo da rendere possibile l'estrazione dei dati raccolti, nella forma e con le finalità volute dall'utente.

MODELLO GEOLOGICO E TIPI MORFOSTRUTTURALI

Le cause delle frane risiedono nella storia geologica di quel territorio, nella costituzione delle rocce che vi affiorano e nella evoluzione che il paesaggio ha subito, dalla emersione fino agli ultimi ritocchi morfologici prima del franamento. Questo concetto, che Varnes (1978) riferisce ai fenomeni franosi in generale, è ancora più valido per i grandi fenomeni gravitativi che, spesso, rappresentano l'epilogo di una storia evolutiva complessa che comincia dalla formazione della morfostruttura. È noto, ad esempio, che i molteplici eventi geotettonici hanno creato corpi geologici differenziati per caratteri litologici e litostratigrafici che, nel loro insieme, formano morfostrutture complesse, con valori di sollevamento relativo diversi. Le successioni di ciascuna morfostruttura possono differenziarsi in Unità litotecniche a comportamento litoide o fragile ed Unità litotecniche a comportamento complesso o duttile; le sovrapposizioni e/o le alternanze tra queste Unità generano alcune configurazioni tipo, relativamente a quell'ambito regionale (Guida & *alii*, 1988a; Sorriso Valvo, 1988; Guida, 1992). Utilizzando quale base di conoscenza un modello geologico aggiornato, è possibile definire tutti gli assetti litostutturali tipici di quel contesto regionale e, tra questi, individuare quelli predisponenti ai grandi fenomeni gravitativi. Ovviamente, da questa analisi saranno eliminati gli assetti scarsamente significativi, lasciando come modelli morfostrutturali di riferimento solo quelli che riproducono

situazioni realmente presenti in quell'ambiente geotettonico e predisponenti alle Dgpy.

Ad esempio, per il settore campano dell'Appennino meridionale, utilizzando modelli geologici recenti (Bonardi & *alii*, 1988; Patacca & *alii*, 1991) sono state riconosciute le configurazioni di base dei corpi geologici affioranti. Tali configurazioni, schematizzate con una rappresentazione di tipo gerarchico ed espresse da strutture topologiche ad albero composte da archi e nodi, corrispondono a tre assetti strutturali fondamentali (tipi principali). Gli assetti corrispondenti a tipi morfostrutturali più complessi (ma sempre reali), sono stati ottenuti trasferendo progressivamente attributi litostratigrafici e geostrutturali alle tre configurazioni di partenza. Gli assetti strutturali principali riconosciuti nell'Appennino campano, in termini di pura geometria possono così schematizzarsi (Guida & *alii*, 1988a; Guida, 1992, 1994):

1) sovrapposizione di complessi a forte spessore costituiti da Unità litotecniche a prevalente comportamento fragile su Unità litotecniche a prevalente comportamento duttile;

2) alternanza di strati a diversa competenza e di spessore variabile;

3) confinamento di corpi geologici costituiti da Unità litotecniche a comportamento fragile da parte di Unità litotecniche a comportamento prevalentemente duttile.

Le configurazioni elencate sono quelle fondamentali; il grado di approssimazione delle informazioni morfostrutturali relativamente a questo livello di conoscenza ne consente l'utilizzo solo per analisi e rappresentazioni su carte a piccola scala. Tuttavia, aggiungendo a ciascuna configurazione ulteriori attributi si generano una serie di nodi discendenti che rappresentano assetti più articolati. Ad esempio, in base al tipo di contatto tra le Unità a comportamento fragile e quelle a comportamento duttile, la configurazione 1) può dar luogo ad un assetto con sovrapposizioni di tipo tettonico o tettonizzato (con codifica numerica 1,1), tipico dei margini settentrionali e nordorientali dei massicci carbonatici, dove le Unità tettoniche di piattaforma si sovrappongono parzialmente alle successioni dei cicli sedimentari pre e sinorogeni e totalmente ai terreni della Serie Lagonegrese. La configurazione 1), ovviamente, può generare anche un assetto con sovrapposizioni di tipo stratigrafico (con codifica numerica 1,2), come si verifica, ad esempio, nelle morfostrutture delle successioni terrigene mioceniche del Gruppo Cilento-Albidona o delle Unità Irpine.

La configurazione 2) genera due possibili assetti: successioni costituite da strati (da decimetrici a metrici) a diversa competenza, con contatti disturbati da sollecitazioni tangenziali con meccanismi di piega parallela (con codifica numerica 2,1), tipici, ad esempio, dei terreni della Serie Lagonegrese; successioni stratificate con contatti non disturbati (con codifica numerica 2,2), tipici delle morfostrutture monocliniche terrigene o pelitico carbonatiche.

La configurazione 3) si differenzia allo stesso modo in assetti (con codifica 3,1) e (con codifica 3,2) in base al disturbo delle superfici di confinamento e comprende, ad esempio, gli olistoliti calcarei delle Argille Varicolori o i

grandi ammassi carbonatici delle facies a blocchi delle successioni mioceniche.

Trasferendo a ciascuna delle tre configurazioni principali altri attributi, quali la giacitura delle superfici di contatto, il tipo e la frequenza delle discontinuità degli ammassi, la prevalenza o meno, nelle successioni con alternanze di strati a diversa competenza, delle Unità litotecniche a comportamento fragile su quelle a comportamento duttile, si vanno a configurare assetti via via più complessi e tuttavia reali. Ovviamente, le informazioni relative a queste configurazioni più complesse sono indispensabili per analisi e rappresentazioni grafiche a grande scala. L'albero delle configurazioni morfostrutturali riconosciute in quel determinato ambito regionale, consente l'immediata caratterizzazione delle megastrutture, ossia di quei volumi significativi di rilievo in cui le combinazioni sfavorevoli degli elementi geostutturali creano situazioni predisponenti allo sviluppo di Deformazioni Gravitative Profonde.

MODELLO GEOMORFOLOGICO

Un assetto morfostrutturale predisponente genera Dgpv se l'evoluzione morfologica recente ha creato, in quell'area, condizioni favorevoli allo sviluppo dei grandi movimenti gravitativi.

È noto che le fasi compressive e traslative, unitamente ai sollevamenti neotettonici (che, ad esempio, sul bordo tirrenico dell'area campana sembrano essersi attivati a partire dalla fine del Pleistocene inferiore), hanno creato morfostrutture rilevate, in aggetto o su bacini fino ad oggi subsidenti o su bacini in seguito sollevati. Ciascuna fase di sollevamento ha prodotto variazioni dei livelli di base d'erosione, locali e regionali, con conseguente disorganizzazione dei reticoli idrografici, nonché formazione e cattura di ampi bacini lacustri intermontani (Brancaccio & Cinque, 1988; Cinque 1992).

Le condizioni (e soprattutto le alternanze) climatiche hanno regolato la natura e l'intensità dei processi denudazionali e deposizionali, i processi di alterazione, i volumi delle acque correnti e quelli degli apporti detritici. I climi degli intervalli freddi pleistocenici, ad esempio, hanno facilitato lo smantellamento delle scarpate di faglia, generando accumuli detritici che hanno suturato la base dei versanti, spesso ingombrando completamente i fondovalle sottostanti. L'erosione di questi *talus* detritici o un più o meno rapido svuotamento delle valli ha incrementato il rilievo locale, creando condizioni favorevoli allo sviluppo di fenomeni gravitativi anche profondi. Infatti, versanti non regolarizzati con il piedimonte o resi instabili da abbassamenti del livello di base d'erosione in conseguenza di forti approfondimenti del reticolo drenante o che hanno subito un incremento di pendenza alla base per riattivazione delle faglie bordiere, sono, in molti casi, affetti da Dgpv, ovviamente se questa morfodinamica si è esplicata su assetti litostrutturali favorevoli (Guida, 1992; Guida & alii, 1996). Anche i depositi quaternari marini, fluviali o lacustri sospesi sull'attuale livello di base d'erosione, le forre o le soglie reincise, gli sprofondamenti recenti e le subsidenze costituiscono

importanti variazioni morfologiche che, tra l'altro, hanno potuto attivare o riattivare grandi fenomeni gravitativi. Di qui la necessità di disporre di un modello geomorfologico, aggiornato ed attendibile, per individuare le aree a rischio, sulle quali andare a rilevare gli effetti morfologici (più o meno evidenti) prodotti dalle Dgpv. Tali effetti saranno plausibilmente riconoscibili nell'ambito di un sistema che comprende non solo il versante, ma anche il crinale sovrastante ed il fondovalle sottostante.

Un accurata analisi geomorfologica del sistema crinale-versante-fondovalle potrà evidenziare, tra l'altro, che le Dgpv sovente si associano ad un corteo più o meno ricco di frane, formando un sistema integrato (sistema franoso, *sensu* Guida & alii, 1988b), costituito da un insieme di fenomeni più o meno complessi che, pur avendo un meccanismo di deformazione originario probabilmente unico, si differenziano in morfotipi diversi per tipologia, età e stato di attività. Le frane ai margini delle Dgpv rappresentano una risposta morfoevolutiva superficiale nell'ambito di una più generale evoluzione per processi di deformazione/collasso che coinvolgono volumi di rilievo più estesi di quelli manifestamente dissestati.

MODELLAZIONE FISICA

Per comprendere le modalità dei meccanismi di deformazione o di deformazione/fratturazione nei sistemi morfostrutturali in cui il principale agente morfodinamico è il peso proprio, può essere utile la modellazione fisica bidimensionale, mediante il tavolo ad attrito di base, in cui la gravità è simulata nel piano del modello da una forza di attrito agente lungo la base del modello stesso (Goodman, 1976; Bray & Goodman, 1981). Perché la modellazione dia risultati significativi occorre valutare i rapporti che intercorrono tra prototipo e modello per le grandezze fisiche di interesse. Ovviamente, non potendo utilizzare nei modelli gli stessi materiali lapidei dei prototipi, nell'analisi sperimentale bisogna limitarsi a quei comportamenti per i quali è verificata l'esistenza e l'affidabilità di una relazione di scala. Dalle caratteristiche meccaniche dei modelli che hanno dato risultati soddisfacenti e congruenti con le situazioni osservate nella realtà si può risalire alle caratteristiche meccaniche medie degli ammassi rocciosi reali. Con materiali modello costituiti da miscele di sabbia, da materiale granulare a grana fine (farina) e da olio di opportuna viscosità, attraverso adeguate relazioni di scala, è possibile la modellazione sia del mezzo continuo, cioè di materiali lapidei integri, che del mezzo discontinuo (Perriello Zampelli, 1994).

La fase di sperimentazione su modelli che riproducono alcune delle configurazioni più diffuse nelle morfostrutture dell'Appennino campano (Guida & alii, 1995) si è rilevata utile per analizzare (mediante il tavolo ad attrito di base) i meccanismi di deformazione/rottura. Gli esperimenti sono stati condotti su modelli riproducenti assetti morfostrutturali capaci di generare movimenti gravitativi di grandi dimensioni, assimilabili ai fenomeni di Dgpv. I modelli utilizzati riproducono ammassi rocciosi che possono considerarsi omogenei ed a prevalente comportamento fragile (A) op-

pure simulano assetti generati da sovrapposizione di complessi rocciosi a prevalente comportamento fragile su complessi a prevalente comportamento duttile (B).

Nel primo caso (A) la configurazione morfologica modellata viene generalmente ad identificarsi con un versante strutturale che, a seguito delle fasi di recessione (esplicatesi prevalentemente durante gli intervalli freddi pleistocenici) ha assunto angoli di acclività intorno ai 30/40°. Gli accumuli detritici alla base hanno reso questi pendii regolarizzati poco inclini a sviluppare grandi fenomeni gravitativi; naturalmente tali condizioni di ridotta dinamica evolutiva per movimenti di massa profondi possono mutare allorché il versante subisce incrementi di pendenza nella porzione basale, a causa di un'eventuale riesumazione del piano strutturale sepolto mediante asportazione del detrito, oppure per riattivazione della stessa faglia.

Nel secondo caso (B) la configurazione riprodotta simula un sistema crinale-versante-fondovalle modellato su successioni di forte spessore, a prevalente comportamento fragile, sovrapposte (stratigraficamente o tettonicamente) a successioni a comportamento duttile. La morfologia di questo assetto litostrutturale consta di un esteso versante in roccia e di un piedimonte a debole pendenza, intagliato nelle successioni a comportamento duttile. L'approfondimento erosionale per escavazione valliva, movimenti di massa, etc., che è stato certamente più intenso e veloce su quest'ultima unità morfologica, ha generalmente provocato instabilità sull'intero sistema, dal fondovalle fino al crinale (Guida & alii, 1989).

Simulando al tavolo ad attrito di base questi processi di riattivazione /riesumazione su alcuni modelli costituiti da materiali opportunamente tarati sulle situazioni prototipo investigate, è stato possibile seguire gli stadi evolutivi innescati dall'aumento di acclività alla base e i relativi meccanismi di deformazione/rottura. I risultati finora ottenuti sembrano confermare che le modificazioni geometriche dei versanti per incrementi di pendenza alla base, possono innescare grandi e rapidi spostamenti (preceduti da inesistenti o modeste fasi di fratturazione/rottura di roccia integra) nei sistemi costituiti da materiali interessati da preesistenti discontinuità, mentre queste modificazioni, in sistemi costituiti da ammassi rocciosi prevalentemente continui, non producono fenomeni di rottura secondo un'unica e istantanea superficie critica.

Nei modelli di sistemi costituiti da ammassi rocciosi lapidei riconducibili al mezzo continuo sono stati riconosciuti processi progressivi e/o viscosi nei quali si possono distinguere fino a tre fasi distinte: deformazione, fratturazione e rottura. Le fasi di deformazione e fratturazione possono richiedere anche tempi molto lunghi; ne consegue che la fase di rottura e collasso può riferirsi a mutamenti delle condizioni al contorno molto lontani nel tempo (Perriello Zampelli, 1994).

ARCHIVIAZIONE DEI DATI

L'approccio metodologico proposto deve necessariamente prevedere la strutturazione dei dati raccolti in archi-

vi informatici capaci di contenere e collegare tra loro le numerose tabelle d'archiviazione. Come già detto, le Dgpv sono eventi parossistici al margine di megastrutture geologiche, nell'ambito di un'evoluzione a lungo termine del sistema crinale-versante-fondovalle, perciò una corretta archiviazione dei dati caratterizzanti ciascun evento comprende tutti i parametri significativi, non solo del singolo fenomeno, ma anche dei volumi rocciosi che ne hanno condizionato lo sviluppo, le dimensioni, la tipologia e la storia evolutiva. L'archiviazione di tutte queste informazioni richiede un data base relazionale che consente di legare tra loro i diversi campi di informazione, di accedere a qualsivoglia dato in archivio in modo casuale e di elaborare informazioni di tipo alfanumerico e grafico. Naturalmente un data base efficace deve prevedere una serie di archivi collegati tra loro in modo automatico; ciascuno di essi comprenderà tutti i blocchi informativi (domini) necessari per la catalogazione di un oggetto così complesso.

Un modello concettuale, recentemente elaborato (Guida & alii, 1995), prevede la catalogazione delle Dgpv secondo tre domini principali che contengono, rispettivamente, i dati relativi alla megastruttura, al sistema coinvolto e al fenomeno.

La megastruttura rappresenta un sistema articolato che riassume in sé le informazioni di tutta la complessa e articolata storia tettono-sedimentaria, morfotettonica e morfoevolutiva e corrisponde a quel volume significativo nel quale risiedono i motivi di fondo dei grandi fenomeni gravitativi. La caratterizzazione di questo dominio comprende dati sulle Unità stratigrafico-strutturali affioranti, sulle Unità tettoniche, sull'assetto strutturale e sui caratteri idrogeologici e morfoevolutivi. Tali dati dovranno comprendere anche le informazioni relative alla sismicità storica dell'area.

Il sistema coinvolto rappresenta un'unità di secondo ordine su cui si manifestano gli effetti morfologici del fenomeno, effetti che saranno più o meno evidenti in relazione alla tipologia e ai caratteri evolutivi della Dgpv. I dati saranno ripartiti per ciascun settore del sistema (crinale, versante o fondovalle) e, per ognuno di essi, comprenderanno i caratteri geologico-strutturali, quelli geologico-tecnici, idrogeologici, morfostrutturali, geometrici e geomorfologici. Particolare cura sarà riservata all'acquisizione dei dati utili per comprendere la genesi del sistema morfologico e a quelli necessari per la ricostruzione delle sequenze morfoevolutive che lo hanno modellato (Guida & alii, 1996).

I dati riguardanti il fenomeno comprendono gli aspetti tipologici, evolutivi e di impatto territoriale. In questo dominio catalogativo sono previste tabelle nelle quali si codificano i caratteri peculiari della Dgpv e di tutte le frane ad essa associate, con campi relativi al posizionamento, ai caratteri tipologici ed evolutivi, ai caratteri geometrici e geomorfologici, agli effetti morfologici, ai segni premonitori, alle opere di intervento, all'eventuale monitoraggio e ai danni prodotti.

Un sistema di archiviazione così strutturato risulta, ovviamente, di grandi dimensioni, ma una catalogazione esauriente delle Dgpv in ambito regionale deve necessariamente prevedere tutti i campi informativi necessari per va-

lutare i molteplici aspetti del fenomeno, compresi gli stadi evolutivi e i relativi effetti geomorfologici. Questo modello di archiviazione diventa significativo all'interno di un sistema relazionale poiché l'archivio, come già detto, contiene una notevole quantità di dati, sia in termini numerici, sia come diversa associazione. Ciò rende necessario il trasferimento dei dati così strutturati in sistemi di gestione multimediale o sistemi esperti dove la conoscenza (relazioni/associazioni) non dipende dalla quantità dei dati in archivio, ma scaturisce dalla diversità e dalla significatività delle informazioni in esso contenute.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le Deformazioni Gravitative Profonde sono fenomeni di notevole impatto sul territorio: comprenderne i motivi di fondo e le tendenze evolutive è indispensabile, anche per una corretta gestione delle aree coinvolte. In assenza di studi organici e completi a scala regionale ci si potrebbe accontentare di una localizzazione dei fenomeni, di analisi descrittive sui caratteri morfologici e di note interpretative sui meccanismi genetici. Ed è quanto, in buona sostanza, è stato fatto finora; sono stati segnalati numerosissimi fenomeni in quasi tutti gli ambiti regionali e, per ciascuno di essi, sono state spesso fornite impressioni a caldo più o meno circostanziate. Solo per alcuni fenomeni si dispone di studi dettagliati, corredati da modelli interpretativi scaturiti da approfonditi rilevamenti di superficie e, in qualche caso, da indagini dirette, con valutazioni sulla morfodinamica attuale desunte da dati di monitoraggio (Guerricchio & alii, 1987; Guerricchio & alii, 1994).

La grande diffusione di questi fenomeni impone, in tempi ragionevolmente brevi, studi adeguati e particolareggiati attraverso ricerche organiche, per ciascun ambito regionale, basate sull'elaborazione di indispensabili modelli di riferimento, geologici e geomorfologici, che possano evidenziare gli elementi comuni alla base dei fenomeni rilevati (diffusione, localizzazione, caratteri specifici, associazioni, dinamica evolutiva etc.). Ovviamente, a questa fase conoscitiva generale (ma necessaria), dovranno seguire dettagliate indagini dirette e indirette, compreso il monitoraggio, soprattutto nelle aree urbanizzate o in quelle a dinamica evolutiva accelerata. Tali ricerche dovranno prevedere analisi integrate sia delle Dgpv, che delle frane associate («sistema franoso») in quanto le strette interrelazioni, in termini di causa ed effetto, tra i fenomeni più o meno superficiali e quelli profondi, suggeriscono di non separare i campi d'interesse, ma di trattare i fenomeni deformativi di quel sistema di crinale-versante-fondovalle in modo unitario. Di qui la necessità di studi completi, affiancati da archivi informatici, grafici e non grafici, aggiornabili in tempo reale, quali strumenti pianificatori validi per scelte di gestione e di bonifica efficaci nel tempo e nello spazio.

- BONARDI G., D'ARGENIO B. & PERRONE V. (1988) - *Carta geologica dell'Appennino meridionale (scala 1:250.000)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 1341 pp.
- BRANCACCIO L. & CINQUE A. (1988) - *L'evoluzione geomorfologica dell'Appennino campano-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 45-48.
- BRAY J.W & GOODMAN R.E. (1981) - *The Theory of Base Friction Models*. Int. Journ. Rock Mech. Min. Sc. & Geomech. Abstr., 18, 453-468.
- CINQUE A. (1992) - *Distribuzione spazio-temporale dei movimenti tettonici verticali nell'Appennino campano-lucano: alcune riflessioni*. Studi Geol. Camerti, vol. spec., 1992/1, 33-38.
- GOODMAN R.E. (1976) - *Methods of Geological Engineering in Discontinuous Rock*. West Publ. Co. St. Paul, Minnesota, 348 pp.
- GUERRICCHIO A., MELIDORO G. & RIZZO V. (1987) - *Sulla dinamica geomorfologica recente ed attuale della valle di Maratea (Lucania)*. Boll. Soc. Geol. It., 106, 293-302.
- GUERRICCHIO A., MELIDORO G. & RIZZO V. (1994) - *New results from plurianual observations of the displacements in Maratea Valley (Southern Italy)*. Int. Congr. Iaeg, Lisboa, September 1994, 2, 1075-1082.
- GUIDA M. (1992) - *Deformazioni gravitative profonde di versante*. In: VALLARIO A. - *Frane e territorio*. Liguori, Napoli, 195-226.
- GUIDA M. (1994) - *Deep-seated slope deformations and large-scale landslides in Campania*. In: «Deep-seated gravitational slope deformations and large-scale landslides in Italy». Special volume, Int. Congress Iaeg, Lisboa, September 1994, 51-56.
- GUIDA D., GUIDA M., IACCARINO G., PERRONE V., SGROSSO I. & VALLARIO A. (1988a) - *Tipologia e diffusione delle deformazioni gravitative profonde di versante nel settore meridionale dell'Appennino campano-lucano in relazione all'assetto stratigrafico-strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 889-896.
- GUIDA D., GUIDA M. & LANZARA R. (1996) - *Ricostruzione di sequenze morfoevolutive mediante modellazione digitale nell'area nordorientale di Monte Bulgheria (Campania)*. Il Quaternario, 9(1), 315-318.
- GUIDA D., GUIDA M., PERRIELLO ZAMPELLI S. & VALLARIO A. (1995) - *Proposta metodologica per un data base relazionale dei fenomeni di D.G.P.V. dell'Appennino campano-lucano*. Mem. Soc. Geol. It., 50, 137-146.
- GUIDA M., GUIDA D., PERRIELLO ZAMPELLI S., VALLARIO A. & VIGGIANI A.S. (1989) - *Le deformazioni gravitative profonde nella morfogenesi quaternaria del versante settentrionale di M.te Bulgheria (Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., 108, 431-451.
- GUIDA D., IACCARINO G. & PERRONE V. (1988b) - *Nuovi dati sulla successione del flysch del Cilento nell'area di Monte Centaurino: relazioni tra unità litostatigrafiche, unità litotecniche e principali sistemi franosi*. Boll. Soc. Geol. It., 108, 299-310.
- GUIDA M., PERRIELLO ZAMPELLI S. & VALLARIO A. (1995) - *Modellazione al tavolo ad attrito di base di deformazioni gravitative di versante in alcune morfostrutture tipo*. Mem. Soc. Geol. It., 50, 165-178.
- PATACCA E., SARTORI R. & SCANDONE P. (1991) - *Thyrrhenian basin and apenninic arcs: kinematic relations since late Tortonian Times*. Mem. Soc. Geol. It., 45, 425-451.
- PERRIELLO ZAMPELLI S. (1994) - *Modellazione fisica di fenomeni deformativi di versante dovuti al peso proprio per mezzo del tavolo ad attrito di base: aspetti teorici ed impostazione sperimentale*. Geol. Romana, 30, 257-264.
- SORRISO VALVO M. (1988) - *Studi sulle Deformazioni Gravitative Profonde di Versante in Italia*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 877-888.
- VARNES D.J. (1978) - *Slope movements: types and processes*. In: Schuster & Krizek (eds.) - *Landslides: analyses and control*. Transportation Res. Board Special Report, 176, Nat. Ac. Sc., Washington.