

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE
DEL FIUME SARNO

***PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO
IDROGEOLOGICO***

*Attività conoscitive propedeutiche alla redazione della
documentazione relativa alla valutazione del rischio da
frana (L.183/89 e 226/99)*

**Specifiche tecniche della cartografia tematica
(Geologia, geomorfologia e inventario frane)**

Fisciano, 20.03.00

Nr. Rif. Aut. Bac. 99

INDICE

INTRODUZIONE	2
1.1. Gli areali territoriali di riferimento e la scala di rappresentazione.....	2
1.2. Considerazioni generali sugli aspetti geologici, geomorfologici che condizionano la valutazione della franosità in aree vaste.....	3
2. LA CARTA GEOLITOLOGICA FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA	6
3. LA CARTA GEOMORFOLOGICA FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA.....	12
4. LA CARTA INVENTARIO DELLE FRANE.....	18
5. SCENARI DI FRANOSITÀ(SUSCETTIBILITÀ DA FRANA) E SCENARI DI RISCHIO	27

INTRODUZIONE

1.1. Gli areali territoriali di riferimento e la scala di rappresentazione

La intrinseca complessità dello studio dei fenomeni franosi su aree di rilevante estensione deriva dal fatto che l'evento frana ha sede in contesti geo-ambientali molto variegati all'interno dei quali sono presenti rocce e/o terreni che, alla scala dell'elemento di volume e nei problemi al finito, possono presentare caratteri fisico-meccanici estremamente complessi ed articolati. La fasi di preparazione del versante, le modalità di alimentazione e di innesco e gli stadi di evoluzione dell'evento-frana dipendono da una molteplicità di elementi quali i fattori predisponenti e le cause innescanti e il cui ruolo degli interventi antropici si estrinseca su scale spaziali e temporali estremamente diverse tra loro.

Il territorio deve, pertanto, essere suddiviso in zone all'interno delle quali si riconoscono unità tematiche di tipo geologico che risultino omogenee nell'ambito di un determinato livello areale di rappresentazione. All'interno delle singole unità si devono poi individuare i settori di interesse, dal punto di vista della franosità, per i quali la rappresentazione di dettaglio della geologia deve risultare coerente con quella, a più piccola scala, dell'intero settore territoriale.

Si deve pervenire pertanto ad una preliminare "zonazione" dell'area di studio in Areali significativi in cui si possono riconoscere fenomenologie franose e tendenze evolutive omogenee tali da consentire la definizione di Scenari di Franosità (ovvero Scenari di Suscettività a franare) che dovranno essere successivamente validati in aree campioni con opportuni modelli di tipo ingegneristico.

A livello procedurale e metodologico, pertanto, devono essere differenziati gli approcci conoscitivi e analitici di carattere territoriale per ciascun Areale di Riferimento, semplificando, così, la redazione degli elaborati da parte di geomorfologi specialisti in quei settori di territorio su cui un dato non trascurabile è la maggiore esperienza e il più approfondito livello di conoscenza.

In prima approssimazione nella Regione Campana si riscontrano i seguenti Areali di Riferimento:

1. Areale degli apparati vulcanici;
2. Areale dei rilievi carbonatici con rilevanti coperture piroclastiche;
3. Areale dei rilievi carbonatici privi di coperture piroclastiche;
4. Areale dei rilievi collinare-montani con litologie strutturalmente complesse meso-cenozoiche

In particolare, nell'ambito del territorio ricompreso nell'Autorità di Bacino in Sinistra Sele, sono rappresentati esclusivamente gli ultimi due Areali di Riferimento:

- Areale dei rilievi carbonatici privi di coperture piroclastiche;
- Areale dei rilievi collinari con litologie strutturalmente complesse meso-cenozoiche

Per quanto riguarda il problema della scala di rilevazione e di rappresentazione dei dati geologici di interesse per la valutazione del Rischio da Frana e della relativa terminologia e tassonomia, in mancanza di riferimenti bibliografici nazionali, si rimanda alla "Guide pour la préparation des cartes géotechniques" edita da Les Presses de UNESCO (1976), che si allega al presente documento come **Allegato 1**.

1.2. Considerazioni generali sugli aspetti geologici, geomorfologici che condizionano la valutazione della franosità in aree vaste.

Ai fini della valutazione della franosità in aree vaste sono indispensabili alcuni tematismi di base di carattere geologico che rappresentino in forma cartografica i "fattori di fondo" della predisposizione a franare di un determinato territorio.

Per quanto riguarda i dati di base della geologia, si osserva che sono indispensabili procedure metodologiche di acquisizione, analisi e trasferimento, quanto più standardizzate possibile che consentano:

- un adeguato inventario dell'ambiente geologico e la sua archiviazione e rappresentazione con procedure che ne facilitino l'utilizzazione nella fasi di approfondimento successive;

- la definizione e l'applicazione di procedure di trasferimento ed elaborazione del dato geologico di base secondo un approccio metodologico già utilizzato con successo in altri contesti ambientali.

Per la zonazione della franosità uno dei problemi più rilevanti da risolvere è rappresentato dalla individuazione e localizzazione dei fenomeni franosi nel contesto ambientale circostante.

L'inventario dei fenomeni franosi può essere facilitato da una metodologia innovativa che, sulla scorta di un approccio multitematico integrato consenta di:

- individuare l'intera popolazione di frane esistente nell'area;
- discriminare gli indizi morfologici ed i fattori geologici legati ai fenomeni franosi inserendoli nella storia evolutiva di ciascun versante;
- caratterizzare le frane secondo vari aspetti rappresentati dal tipo di movimento, dalle caratteristiche cinematiche, dal tipo di materiale, dallo stato di attività e dall'età morfologica del fenomeno,
- definire i Modelli di Franosità su base geologica di ciascun settore territoriale significativo e le più probabili tendenze evolutive in atto e future

Il riconoscimento sistematico dei parametri morfologici rende possibile una interessante interconnessione tra gli indizi morfologici minori e l'identificazione dei fenomeni franosi, anche se parzialmente obliterati dalla evoluzione morfologica successiva alla fase di primo distacco. Le anomalie morfologiche alterano, infatti, la configurazione teorica "regolare" avvenuto nello "spazio-versante" elementare considerato.

In tal senso i fenomeni di instabilità sono intimamente legati alla storia morfologica del versante e vengono evidenziati dagli elementi morfologici che si sono sovrapposti nello spazio compreso tra il crinale superiore ed il relativo fondovalle.

Nei paragrafi seguenti vengono illustrate le Specifiche Tecniche per la redazione della cartografia geologica di base e di sintesi ai fini della valutazione della suscettività a franare del territorio ricompreso nell'ambito dell'Autorità di Bacino Sinistra Sele, quale attività propedeutica per la definizione del Rischio da Frana.

In particolare, vengono sinteticamente illustrati gli scopi ed i contenuti di ciascun elaborato, i riferimenti bibliografici pertinenti e le specifiche tecniche da adottare per la redazione della cartografia generale a scala 1:25.000 e di dettaglio a scala 1:5.000.

Nella realizzazione della cartografia geologica finalizzata a problematiche applicative, come potrebbe essere il rischio di frana, spesso la carta geologica di base e le carte geotematiche applicative sono realizzati in momenti diversi e con rilevamenti separati. Si ritiene indispensabile che questi elaborati vengano prodotti durante la medesima campagna di indagine ed eseguiti contemporaneamente e coordinati. La gestione e la rappresentazione dei dati raccolti dovrà essere affidata alle odierne tecnologie computerizzate che dovrà prevedere la costituzione di una banca dati correlata alla cartografia. L'acquisizione integrata dei dati qualitativi e quantitativi georeferenziati ad opera di rilevatori adeguatamente addestrati per la raccolta del dato geologico e dei dati tematici, permette indubbiamente la migliore ottimizzazione dei prodotti cartografici da realizzare.

2. LA CARTA GEOLITOLOGICA FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA

La Carta Geolitologica costituisce uno degli elaborati cui le Autorità di Bacino devono far riferimento nella redazione dei Piani di Bacino, come esplicitamente indicato nell'Allegato Tecnico al comma 1, art. 4 del D.P.R. 7 gennaio 1992., contenente "Atti di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle Autorità di Bacino e delle Regioni per la redazione dei Piani di bacino di cui alla Legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

La redazione della carta geolitologica rientra in uno schema metodologico e procedurale più generale, che integra le fasi conoscitive di ciascun Settore Tematico (geologico, geomorfologico, idrogeologico), ne finalizza le attività verso un obiettivo specifico (valutazione del rischio di frana) e contemporaneamente struttura le informazioni territoriali in modo coerente per il trattamento informatico.

La cartografia geologica inquadrata nel processo metodologico esposto nel paragrafo precedente dovrà costituire un documento che oltre a conservare le informazioni della geologia di base fornisca contemporaneamente un utile supporto all'interpretazione delle elaborazioni tematiche aggiuntive (geomorfologia, idrogeologia, geotecnica, idraulica ecc.) necessarie per l'analisi integrata della franosità del territorio.

Poiché non sempre è possibile trovarsi nelle condizioni di eseguire un rilevamento unico globale e multitematico si rende necessario tener presente durante la fase di rilevamento geologico, di raccogliere anche i dati essenziali di interesse tecnico applicativo che rappresentano gli elementi minimi necessari da inserire nella carta.

Sarà poi compito del Responsabile del Coordinamento dei Rilievi decidere su eventuali ampliamenti della raccolta dei dati, in funzione della leggibilità della carta, delle problematiche geologiche presenti nella zona e della densità dei dati geologici di base raccolti, nonché della congruenza dei dati con gli altri tematismi.

La Carta Geolitologica finalizzata alla valutazione del Rischio da Frana deve rispondere, comunque, ai principi formazionali e stratigrafici in senso stretto, secondo le indicazioni contenute nella “Guida al rilevamento geologico alla scala 1:50.000” edita dal Servizio Geologico Nazionale (Quaderni, Serie III, vol.1, 1992), allegata alla presente come Allegato 2, dove sono riportate metodologie, legenda e la simbologia da adottare per tutti gli ambienti geologici presenti nel territorio di interesse.

La Carta Geolitologica finalizzata, inoltre, deve tendere ad evidenziare sotto forma di simboli e/o aree i fattori geologico-strutturali predisponenti e determinanti principali che controllano all'attuale scenario geologico concorrendo all'innescamento ed alla evoluzione dei fenomeni franosi in atto.

Nella legenda della Carta Geolitologica finalizzata devono essere distinti:

1. **Litologia:** il rilevamento deve evidenziare l'elemento di omogeneità litologica come un elemento di base sottolineandone gli aspetti più oggettivi e tecnicamente utili sotto il profilo applicativo. Inoltre è necessario affiancare anche descrizioni inerenti alla tessitura, stratificazione, e rapporti giacitureali
2. **Stato dell'ammasso roccioso:** è importante per le valutazioni tecniche una descrizione sullo stato fisico e chimico dell'ammasso. Dovrà essere evidenziato lo stato di fratturazione e di alterazione dei complessi litologici affioranti. Per non compromettere la leggibilità della carta, ed in funzione della scala di rappresentazione, molti di questi dati geotematici potranno essere riportati in note allegate e segnalare su carta con opportuni simboli; solo per le zone cataclastiche e le zone fortemente fratturate si suggeriscono ulteriori campiture con indicazione delle principali famiglie di diaclasi.
3. **Natura e spessore delle coperture detritiche:** oltre la rappresentazione dei terreni del “substrato” bisognerà privilegiare la rappresentazione dei terreni generalmente definite come “Coperture del Quaternario” che costituiscono i primi metri del sottosuolo, che pertanto sono i più interessati dall'attività antropica e vengono coinvolti più facilmente da eventi franosi superficiali,

rapidi e di primo distacco. Tali depositi saranno distinti sulla base della loro genesi, tessitura e spessore. Anche i suoli, in senso geopedologico, dovranno essere trattati come coperture e come tali analizzati.

4. **Elementi strutturali significativi:** dovranno essere riportati sia gli elementi strutturali di origine primaria (stratificazione, discontinuità stratigrafiche ecc) sia di origine secondaria (sistemi di faglie e fratture, sovrascorrimenti ecc).
5. **Risorse del sottosuolo:** è bene riportare informazioni sull'esistenza di Cave, campi minerari, sondaggi, manifestazioni superficiali di interesse minerario, pozzi per ricerca o di estrazione di idrocarburi.
6. **Acque sotterranee:** importante è riportare in carta l'ubicazione di sorgenti, con eventuale valutazione della portata, pozzi per acqua, e quando possibile anche effimeri punti di emergenza di acqua.

Sulla carta inoltre potranno essere rappresentate delle colonne stratigrafiche di riferimento del substrato e soprattutto delle coperture e, in alcuni casi delle sezioni geologiche significative che tengano conto dei principali piani di discontinuità riconosciuti e quindi aiutare nella definizione dei modelli di rottura del versante.

In generale, la Carta Geolitologica finalizzata deve:

- evidenziare i caratteri litologici, stratigrafici e strutturali delle successioni presenti nell'areale preso in considerazione;
- descrivere i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, precisandone l'originario ambiente di formazione;
- ricostruire la più probabile sequenza cronologica relativa e/o assoluta degli eventi stratigrafici e strutturali;
- definire il controllo che esercitano la litologia e gli elementi tettonici sulla circolazione delle acque superficiali e sotterranee.

In particolare, i vari tipi di terreno devono essere differenziati in :

Substrato:

Le procedure per ottenere le litologie del substrato dovranno tener conto di eventuali accorpamenti di litotipi formazioni ed unità, che nel loro insieme presentano un comportamento omogeneo nei confronti della stabilità dei versanti, pur appartenendo ad unità o formazioni di età e/o origine diversa.

Coperture:

Anche per le coperture le procedure per ottenere la litologia saranno basate oltre che su osservazioni e controlli di campagna sulla definizione del comportamento omogeneo nei confronti della stabilità dei versanti.

La Carta Geolitologica finalizzata dovrà essere redatta secondo le seguenti fasi:

- a) Raccolta delle fonti bibliografiche di carattere geologico e geologico applicativo esistenti e creazione della Banca Dati di carattere Geologico;
- b) Redazione della Carta di Sintesi delle Conoscenze Geologiche;
- c) Analisi aerofotogrammetrica preliminare su coppie stereoscopiche
- d) Redazione della Carta Geolitologica Preliminare alla scala 1:25.000 e della relativa legenda di conversione delle Unità Geologiche in Unità Geolitologiche;
- e) Validazione dell'elaborato di cui al punto d) da parte del Responsabile di Settore e formulazione del Piano di Lavoro per il Rilevamento Geolitologico di Campagna delle situazioni più significative e per la verifica sul campo delle conversioni effettuate;

- f) Rilevamento Geolitologico di dettaglio in Campagna
- g) Redazione della Bozza di Carta Geolitologica di Campagna
- h) Confronto fra Carta Geolitologica Preliminare e Carta Geolitologica di Campagna e ulteriore analisi aerofotogrammetrica su fotogrammi a scala di maggiore dettaglio;
- i) Validazione dei nuovi dati da parte del Responsabile di Settore e Redazione della Bozza Finale di Carta Geolitologica, contenente in particolare gli elementi relativi alle Unità Geolitologiche costituenti i terreni del substrato e quelli costituenti le “coperture” , nonché le principali famiglie di faglie e fratture significative.

Le informazioni contenute in tale cartografia tematica devono essere di facile lettura ed utilizzabili da professionisti con esperienza anche non specialistica in materia geologica e geomorfologica ed in particolare devono consentire di fornire informazioni pertinenti nel campo della geotecnica, della pedologia e dell'idrologia e dell'idraulica.

La cartografia geolitologica definitiva sarà rappresentata da due elaborati, che, se leggibili, possono essere opportunamente sovrapposti in un unico documento grafico:

A) CARTA DEL SUBSTRATO IN POSTO E DELLE COPERTURE SCIOLTE (OVVERO DELLE COLTRI DI ALTERAZIONE) CON INDICAZIONE DELLE CLASSI DI SPESSORE SIGNIFICATIVO (SCALA 1 : 25.000 E SCALA 1:5.000)

La tipologia ed il cinematisimo di gran parte dei dissesti verificatisi nel territorio, oltre ad essere strettamente collegati alle differenti litologie che caratterizzano i terreni delle formazioni geologiche del substrato, sono anche controllate dai terreni che costituiscono le coperture sciolte del quaternario.

Pertanto, data l'importanza di tale fattore predisponente il dissesto, si ritiene fondamentale la redazione di una carta litologica in scala 1:25.000 con la finalità di evidenziare, oltre le caratteristiche litologiche, giaciture e strutturali delle formazioni

costituenti il substrato, anche il loro comportamento litotecnico d'insieme, nonché la diffusione areale delle coperture sciolte di varia natura, con indicazione degli spessori ove noti, ricavando tale dato da osservazioni di campagna, dati di indagini dirette e fotointerpretazioni.

***B) CARTA DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI (SCALA 1 : 25.000 E
SCALA 1:5.000)***

L'obiettivo principale di tale cartografia consiste nell'individuazione dei principali lineamenti tettonici presenti nel territorio, al fine di stabilire il controllo che questi elementi esercitano direttamente sui fenomeni di instabilità propri delle rocce lapidee fratturate; ed indirettamente sulle successioni a prevalente componente argillosa.

In tali carte verranno evidenziate: stato di fratturazione, vari tipi di faglie, assi delle pieghe, elementi delimitanti falde di ricoprimento, particolari concentrazioni di stati tensionali riconosciuti nelle formazioni rocciose e/o settori ad elevato grado di fratturazione.

Inoltre, si ritiene importante definire la litologia dei complessi litologici che costituiscono i terreni del substrato, il recente assetto neotettonico delle principali formazioni del substrato sia che esso sia costituito da calcari che da complessi fliscioidi.

Le informazioni contenute sui due elaborati indicati devono essere strutturate in modo da essere facilmente integrate tramite procedure informatiche.

Al fine di mostrare esempi applicativi delle specifiche tecniche sopra illustrate, si allegano alla presente, come **Allegato 2a** le elaborazioni cartografiche relative alla Carta Geolitologica del Medio Mingardo-Bulgheria in scala 1:25.000 e come **Allegato 2b** le elaborazioni cartografiche relative alla Carta Geolitologica del Comune di Celle di Bulgheria in scala 1:5.000, nonché le relative Legende di Riferimento.

3. LA CARTA GEOMORFOLOGICA FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA

Anche la Carta Geomorfologica finalizzata alla valutazione del Rischio da Frana costituisce uno degli elaborati cui le Autorità di Bacino devono far riferimento nella redazione dei Piani di Bacino, come esplicitamente indicato nell'Allegato Tecnico al comma 1, art. 4 del D.P.R. 7 gennaio 1992., contenente "Atti di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle Autorità di Bacino e delle Regioni per la redazione dei Piani di bacino di cui alla Legge 18 maggio 1989, n. 183 , recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

La redazione della carta geomorfologica rientra nello schema metodologico e procedurale più generale, che integra le fasi conoscitive di ciascun Settore Tematico (geologico, geomorfologico, idrogeologico), ne finalizza le attività verso un obiettivo specifico (valutazione del rischio di frana) e contemporaneamente struttura le informazioni territoriali in modo coerente per il trattamento informatico, sia cartografico che alfanumerico.

Anche la cartografia geomorfologica, come già quella geologica, inquadrata in tale processo metodologico, dovrà costituire un documento che, oltre a conservare le informazioni morfologiche, costituisca contemporaneamente un utile supporto alle interpretazioni delle elaborazioni tematiche collaterali (geologia, idrogeologia, pedologia, geotecnica ecc.) necessarie per l'analisi integrata della franosità del territorio.

Per il raggiungimento degli obiettivi di integrazione tematica, è necessario impostare una legenda geomorfologica basata su una utile combinazione fra gli approcci tradizionali contenuti nella letteratura scientifica più recente e nei Quaderni del Servizio Geologico Nazionale (SNG) e recenti proposte innovative come quelle proposte da Guida D. et al (1996) e quelle già sperimentate nella Emergenza Campania 1998 dall'U.O. 2.38, al fine di adeguare i contenuti delle informazioni cartografiche

all'obiettivo di fornire un utile supporto ad una valutazione ottimizzata del Rischio di Frana.

La Carte Geomorfologica finalizzata, in generale, è un elaborato cartografico che deve rappresentare, *a copertura completa*, su di una base topografica a curve di livello le forme denudazionali (erosionali e/o gravitative) e deposizionali legate alla evoluzione recente della superficie terrestre ed i processi che ne determinano il modellamento attuale.

Tale elaborato non deve tralasciare la evidenziazione areale e/o simbolica dei fattori predisponenti e delle cause innescanti principali che hanno condotto all'attuale quadro morfologico e che concorrono all'innescamento ed alla evoluzione dei processi in atto.

In generale, la Carta Geomorfologica deve:

- evidenziare i caratteri morfografici e morfometrici del paesaggio;
- descrivere i caratteri morfologici delle forme del rilievo in relazione al quadro geologico e strutturale;
- interpretare la morfogenesi passata in relazione ad associazioni di forme del rilievo riferibili a regimi morfoclimatici e geodinamici anche diversi da quello attuale;
- ricostruire la più probabile sequenza cronologica relativa e/o assoluta degli eventi inserendola in un quadro definito di fasi morfogenetiche;
- individuare le attuali tendenze evolutive in relazione ai processi geodinamici in atto, quiescenti ed inattivi ed alle corrispondenti forme del rilievo;
- definire l'influenza che le condizioni geomorfologiche hanno sull'idrologia superficiale e sotterranea.

La Carta Geomorfologica finalizzata alla valutazione del Rischio da Frana in riferimento al quadro generale impostato sulla scorta dei dati bibliografici deve rappresentare e meglio evidenziare le informazioni oggettivamente necessarie a definire gli aspetti morfologici, morfogenetici e morfodinamici più rilevanti in rapporto alla presenza ed alle attività umane e sia per quanto attiene alla valutazione del rischio idrogeologico ed, in particolare, deve fornire indicazioni per la valutazione del Rischio di Frana e del Rischio di Alluvioni.

Aspetto non irrilevante è che le informazioni contenute nella *Carta Geomorfologica finalizzata* devono essere presentate e rappresentate in modo che possano essere leggibili ed utilizzabili da soggetti non necessariamente specialisti in materia geologica e geomorfologica ed in particolare devono consentire di fornire informazioni pertinenti nel campo della geotecnica, della pedologia e dell'idrologia e dell'idraulica.

In via preliminare, si ritengono utili le considerazioni contenute nel Disciplinare tecnico dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri-Volturno-Garigliano, che, al punto 4.7.1 prevede la redazione della Carta Morfologica (CM), in scala 1:50.000, che si "*pone l'obiettivo di evidenziare la stabilità dei versanti e fornire le principali indicazioni sugli elementi morfologici connessi con i fenomeni di instabilità in atto o potenziale*".

Sullo stesso documento si precisa, inoltre, che lo studio a supporto della cartografia "*dovrà distinguere le forme di carattere deposizionale (e/o denudazionale) a morfogenesi differenziata*" che consentono di :

- delimitare le aree in frana attuali, storiche ed antiche, ciascuna, ove possibile con il suo rispettivo grado di attività (attiva, quiescente e stabilizzata);
- riconoscere e cartografare gli elementi morfologici connessi con i fenomeni d'instabilità reale o potenziale;
- cartografare le particolarità geomorfologiche, anche non direttamente connesse con i fenomeni di instabilità, ma che rappresentano evidenze di fattori litostratigrafici e litostrutturali che condizionano o possono condizionare la circolazione idrica superficiale o sotterranea.

La prima attività porta alla delimitazione delle aree in frana, interessate e modellate da frane; la seconda alla individuazione degli **indicatori morfologici** concorrenti alla dinamica gravitativa dei versanti e la terza alla delimitazione degli **ambiti morfologici** significativi per la franosità.

La **Carta Geomorfologica finalizzata alla valutazione del Rischio da Frana** deve essere redatta a partire dalle indicazioni contenute nella "**Proposta di legenda**

geomorfologica ad indirizzo applicativo" del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (Pellegrini et al., 1994) e nella "**Guida al rilevamento della Carta Geomorfologica alla scala 1:50.000**" edita dal Servizio Geologico Nazionale (Quaderni, Serie III, vol. 4, 1994), che si allegano integralmente al presente documento come **Allegato 3a e Allegato 3b** e deve contenere le informazioni pertinenti finalizzate alla valutazione del Rischio di Frana maggiormente approfonditi per quanto attiene alla localizzazione, caratterizzazione e grado di influenza sulla dinamica evolutiva dei fenomeni franosi eventualmente associati.

La **Carta Geomorfologica finalizzata** deve essere redatta secondo le seguenti fasi operative, in stretto collegamento con il soggetto competente alla validazione tecnico-scientifica ed al controllo di qualità delle attività e degli elaborati:

- a) Raccolta delle fonti bibliografiche di carattere geomorfologico esistenti per l'area di studio e creazione della Banca-Dati sulle conoscenze di carattere Geomorfologico esistenti sull'area;
- b) Redazione della Carta di Sintesi delle Conoscenze Geomorfologiche, in scala non inferiore a 1:25.000;
- c) Analisi aerofotogrammetrica preliminare su coppie stereoscopiche in scala non inferiore a 1:25.000;
- d) Redazione della Carta Geomorfologica Preliminare (CGP) e della relativa proposta di legenda , contenente in particolare gli elementi morfologici utili al confronto ed alla integrazione preliminare con le procedure di redazione degli elaborati geologico strutturali e degli elementi relativi alle coltri di copertura;
- e) Validazione da parte del Responsabile Scientifico di Settore e formulazione ed approvazione del Piano di Lavoro per il Rilevamento Geomorfologico di Campagna;

- f) Rilevamento geomorfologico di dettaglio in campagna
- g) Redazione della Carta Geomorfologica di Campagna e relative Note Illustrative,
- h) Confronto fra Carta Geomorfologica Preliminare e Carta Geomorfologica di Campagna e ulteriore approfondimento di analisi aerofotogrammetrica su fotogrammi a scala di maggiore dettaglio;
- i) Validazione dei dati da parte del Responsabile Scientifico di Settore e Redazione della di Carta Geomorfologica, contenente in particolare gli elementi morfologici relativi alle forme gravitative di versante sufficienti al confronto con la Carta Inventario delle Frane in fase di redazione da parte del Settore Frane;

Ai fini della redazione della Cartografia di tipo geomorfologico finalizzata alla valutazione del Rischio da Frana , pertanto, è necessario adottare una legenda che si deve proporre di integrare:

- 1) La Legenda proposte dal Gruppo Nazionale di Geomorfologia (Pellegrini et al., 1994), **Allegato 3a**;
- 2) La Legenda proposta dal Servizio Geologico Nazionale (Quaderni, Serie III, vol. 4, 1994), **Allegato 3b**;
- 3) La Legenda e le procedure contenute in Guida et al. (1996) **Allegato 3c**.

La Legenda deve consentire di:

- A. Correlare le Entità Geomorfologiche di diverso ordine all'assetto litostrutturale e, quindi, di integrare la Carta Geomorfologica con la Carta Geolitologica , di cui la Carta degli Elementi Strutturali risulta un elemento essenziale.

- B. Correlare le forme deposizionali contenute sulla Carta Geomorfologica con le Unità Geolitologiche contenute sulla Carta delle Coperture.

- C. Correlare alla Carta Inventario delle Frane quelle forme denudazionali, erosionali e deposizionali immediatamente connesse alla stabilità dei versanti ed alla maggiore o minore predisposizione a franare degli stessi in base ad indicatori morfologici già inserite nella Carta Geomorfologica finalizzata.

Successivamente si deve procedere alla individuazione su basi morfologiche ed aereofotogrammetriche delle FORME più significative sia degli eventi passati che dei processi in atto dando priorità alle frane (d'intesa ed in coordinamento con il Settore Frane) ed alle coperture detritiche (d'intesa ed in coordinamento con il Settore Geologia).

Al termine del processo conoscitivo si deve aver ottenuto un prodotto cartografico “integrato” che, fin dalla sua prima fase di redazione, interagisce con lo sviluppo conoscitivo dello stesso comparto tematico (geologia , geomorfologia, idrogeologia e geopedologia) e al fine di ottimizzare il lavoro e nel contempo, verificare la qualità e la utilità dei dati raccolti.

La utilizzazione di tali criteri procedurali consente di predisporre i dati territoriali primitivi in forma logicamente strutturata in modo da essere implementati congruentemente in qualsivoglia Sistema Informativo Territoriale di Bacino, senza perderne la integrità.

Al fine di mostrare esempi applicativi delle specifiche tecniche sopra illustrate, si allegano alla presente , come Allegato 3d , le elaborazioni cartografiche relative alla Carta Geomorfologica del M.te Bulgheria in scala 1:25.000 e, come Allegato 3e, le elaborazioni cartografiche relative alla Carta Geomorfologica del Comune di Celle di Bulgheria in scala 1:5.000, nonché le relative Legende di Riferimento.

4. LA CARTA INVENTARIO DELLE FRANE

Scopo di questo elaborato è la rappresentazione cartografica dei fenomeni franosi riconosciuti sul territorio suddivisi in base alla tipologia, al cinematismo, allo stato di attività ed ai materiali coinvolti.

L'Allegato A agli "Atti di Indirizzo e Coordinamento" di cui al D.P.C.M. del 29 settembre 1998, suggerisce i criteri minimali per la redazione della Carta Inventario delle Frane e indica come elemento indispensabile dell'elaborato "l'omogeneità dei dati riportati su tutto il territorio nazionale".

Il problema del riconoscimento, della caratterizzazione e della rappresentazione della intera popolazione di frane esistenti su un determinato territorio, però, costituisce ancora oggi uno dei temi maggiormente dibattuti dalla comunità scientifica nazionale ed internazionale.

Per quanto riguarda le classifiche, CARRARA et al. (1978) ne elencano circa 100, essenzialmente basate sui caratteri cinematici dei movimenti franosi. Nell'ambito delle diverse classifiche non è, comunque, raro ritrovare l'utilizzo degli stessi termini per indicare fenomenologie diverse o riscontrare termini diversi per indicare fenomenologie sostanzialmente analoghe.

Il Progetto Finalizzato Difesa del Suolo (Sottoprogetto Fenomeni Franosi) segnala come più rappresentativa, per un inquadramento generale e di adeguato dettaglio, la classificazione proposta da VARNES (1978), anticipando una tendenza attualmente consolidata, ne hanno fornito la traduzione.

Questa ultima, rappresentata nella **Figura 1**, deve costituire il riferimento ufficiale per le precisazioni terminologiche delle diverse componenti il movimento franoso per la classificazione di ciascun fenomeno franoso singolo o complesso.

Nel corso degli ultimi due decenni la sempre crescente necessità di proporre opportune esemplificazioni, che non perdendo di rigore scientifico consentono l'utilizzo delle classifiche anche da parte di non specialisti, è stata fatta propria dalla Comunità

Scientifica che, attraverso organizzazioni internazionali, ha promosso costanti iniziative in tale direzione.

In questa ottica si colloca la proposta, di recente elaborata da una Commissione delle Società Geotecniche Internazionali (WP/WPLI-International Geotechnical Societies' Unesco Working Party On World Landslide Inventory, 1990, 1991, 1993, 1994), che mira alla semplificazione ed all'omogeneizzazione dell'articolata terminologia attualmente in uso.

E' opinione quasi unanime al riguardo che, pur richiedendo il tema ulteriori approfondimenti per i numerosi problemi ancora da risolvere, la strada della semplificazione appare sicuramente la più promettente sia per gli studi di dettaglio che per l'inquadramento delle frane a scala territoriale.

Per quanto attiene alla fase di acquisizione ed alla archiviazione dei dati, si ritiene opportuno fare riferimento, come *standard* procedurale e terminologico, alla "Guida al censimento ed all'archiviazione dei fenomeni franosi del Servizio Geologico Nazionale", che si allega alla presente come Allegato 4, cui si rimanda per ulteriori precisazioni terminologiche, approfondimenti specifici e per riferimenti bibliografici più esaustivi.

Per situazioni a franosità diffusa con insiemi di frana associati, sovrapposti e giustapposti si può fare riferimento alla proposta di classificazione tassonomica riportata in Figura 2.

La finalità delle analisi territoriali in esame però obbligano ad utilizzare un approccio metodologico integrato che, tenendo conto dei fattori di fondo geologici e geomorfologici, deve condurre ad una zonazione territoriale significativa circa la propensione del territorio al dissesto oltre che alla caratterizzazione ed evoluzione ulteriore delle frane individuate..

In tal senso, però, sussiste il presupposto che i fenomeni franosi non sono distribuiti in modo casuale nei diversi tratti del rilievo, e che le crisi di franosità avvenute nel corso delle ultime migliaia/centinaia di anni hanno determinato, nelle diverse aree, la sovrapposizione e la giustapposizione di frane di differente estensione areale e di età morfologica variabile.

La ricomposizione dei processi di franosità di versante deve essere, quindi, basata sulla intersezione dei parametri geologici, litostratigrafici, geomorfologici e geomorfico-applicativi, acquisiti e trasferiti come esposto nei paragrafi precedenti, attraverso l'applicazione di criteri e sistemi integrati, finalizzati alla definizione delle caratteristiche di fondo del rilievo e della sua evoluzione morfologica recente.

La metodologia da adottare, pertanto, deve filtrare gli indizi morfologici e geologici utili per la identificazione degli eventi franosi singoli o associati, consentendone il “riconoscimento”, la classificazione per tipologia e per caratteristiche morfologiche principali ed infine deve facilitare il loro inserimento nel contesto geologico presente e nella dinamica morfoevolutiva dell'ambito territoriale significativo.

Il sistema conoscitivo da utilizzare deve essere flessibile ed integrato con una preliminare analisi ed interpretazione delle aereofoto stereoscopiche, che a loro volta sono lo strumento di analisi territoriale più diffuso, che “cristallizza” lo stadio di sviluppo delle frane in un determinato momento della storia evolutiva del paesaggio, con opportune “tarature” sul terreno.

Successivamente, lo studio delle frane deve integrarsi con lo studio geologico e geomorfologico “in itinere” tale da consentire di integrare i dati fotogeologici in un preliminare modello di evoluzione dei versanti.

Un utile esempio di questo approccio può essere quello messo a punto da Guida e Iaccarino (1991) riguardante le “ Fasi evolutive delle frane tipo colata” su terreni prevalentemente argilloso-marnosi dell'Appennino Campano-lucano, riportato in Figura 3.

Un tale modello dovrà rendere disponibile uno strumento speditivo per la definizione degli **ambiti morfologici** significativi , utile alla individuazione delle aree di preparazione, alimentazione e di espansione dei fenomeni franosi e di quegli **indicatori morfologici** necessari alla definizione delle più probabili tendenze evolutive di tipo gravitativo dei versanti.

Qui di seguito, vengono indicate le fasi di acquisizione , di elaborazione e di rappresentazione cartografica dei dati relativi ai fenomeni franosi.

La Carta Inventario delle Frane (CIFr) dovrà essere redatta secondo le seguenti fasi in stretto collegamento con il soggetto competente alla validazione tecnico-scientifica ed al controllo di qualità:

- a) Raccolta delle fonti bibliografiche, storiche e tecnico-scientifiche esistenti presso enti o istituzioni relative ai fenomeni franosi dell'area di studio e creazione della Banca Dati dei Fenomeni franosi esistenti sull'area ;
- b) Redazione della Carta di Sintesi delle Conoscenze sui Fenomeni Franosi, in scala non inferiore a 1:25.000;
- c) Analisi aerofotogrammetrica preliminare su coppie stereoscopiche (almeno due levate distanziate di almeno 10 anni) in analogia scala;
- d) Redazione , sulla scorta del confronto degli elaborati dei primi due punti, della Carta Preliminare di Inventario delle Frane e della relativa proposta di legenda specifica per ciascun areale territoriale , contenente in particolare tutti gli elementi utili al confronto ed alla integrazione preliminare con le procedure di redazione degli elaborati geomorfologici, geologico strutturali e degli elementi relativi alle coltri di copertura;
- e) Validazione da parte del Responsabile Scientifico di Settore e formulazione ed approvazione del Piano di Lavoro per il Rilevamento delle Frane in Campagna;
- f) Rilevamento delle frane di dettaglio in campagna;
- g) Redazione della Carta Inventario Preliminare delle Frane, in scala 1:25.000 e 1:5.000;
- h) Validazione del Responsabile scientifico;

- i) Redazione finale della Carta Inventario delle Frane, in scala 1:25.000 e 1:5.000.

Riclassificazione dei fenomeni franosi per la valutazione del Rischio da Frana

A partire dalla classificazione di Varnes del 1978, riformulata in Cruden e Varnes (1994), comunemente riconosciuta ed accettata in ambito scientifico e tecnico, durante la redazione del Piano Straordinario di cui al DL 180, si è ritenuto opportuno elaborare una riformulazione originale, apportando alcune modifiche ed integrazioni alla precedente, in modo tale che la “*Carta inventario dei fenomeni franosi*” a cui è riferita, meglio si adatti come “strumento di lavoro operativo” per i successivi passaggi ad altre carte tematiche e, nel complesso, in modo da rispondere meglio anche agli scopi previsti dalla L. 183/89.

La riclassificazione adottata e qui riproposta è riportata nella Legenda alla Carta Inventario delle Frane della cartografia allegata; le diverse tipologie franose sono state riaggregate in gruppi in funzione del cinematisma prevalente e dei caratteri morfodinamici.

Per ciascuno dei tipi di dissesto considerato, riaggregati in gruppi, sono di seguito riportate alcune brevi note di commento.

Gruppo 1 – Frane di crollo e ribaltamento

Sono fenomeni tipici delle scarpate morfologiche con forte acclività e sono molto diffusi nelle successioni lapidee, ma frequenti anche lungo le scarpate fluviali, quindi, in terre più o meno addensate. Il distacco è improvviso e lo spostamento dei materiali avviene in caduta libera nel vuoto.

Gruppo 2 – Frane di flusso rapido

In tale gruppo sono stati riuniti tutti i fenomeni di flusso rapido, caratterizzati da attivazione improvvisa di primo distacco. Il movimento della massa mobilizzata spesso avviene lungo depressioni morfologiche ben definite, canali ed impluvi incisi su versanti con acclività elevata e tende ad invadere le zone di raccordo morfologico alla base dei versanti fino ai tratti pianeggianti.

Colata rapida di fango

Sono fenomeni caratterizzati dalla mobilizzazione improvvisa di una massa di materiali di origine vulcanica in posizione primaria (sabbie vulcaniche, ceneri e pomici) o secondaria (depositi vulcanici rielaborati di concavità morfologica), poggiati su un substrato carbonatico o fliscioide di natura lapidea lungo versanti a bassa evoluzione morfologica. Dopo il distacco i materiali a prevalente contenuto di materiali fini e con elevato contenuto d'acqua si spostano verso valle incanalandosi lungo zone di deflusso già esistenti nella morfologia del versante. Il movimento continua fino a quando il materiale di frana raggiunge la base del pendio o le aree con bassa acclività, dove si esaurisce l'energia di movimento. Il materiale di frana si amplia con sagoma a conoide ricoprendo superfici proporzionali alla massa mobilizzata ed all'energia di questa.

Colate di detrito

Sono fenomeni riscontrabili in ambienti morfologici fortemente accidentati ed in litologie carbonatiche o arenaceo-conglomeratiche, dove masse di detrito di versante, anche con granulometrie superiori alle ghiaie sono posizionate nelle porzioni superiori delle testate di impluvio o lungo tratti di canale a forte acclività. L'attivazione è in genere improvvisa ed il materiale a prevalente contenuto di materiale grossolano e con elevato contenuto d'acqua in seguito alla mobilizzazione tende ad invadere le zone di raccordo morfologico con i tratti pianeggianti, nelle aree di conoide.

Colate rapide in terreni argillo-marnosi

Sono fenomeni tipici delle aree di affioramento di depositi ad elevata componente argilloso-marnosa o argillosa, in cui si registra il progressivo allentamento meccanico

ed ammorbidimento della coltre di materiali più prossima alla superficie. Il movimento segue di norma percorsi preferenziali segnati da direttrici costituite da depressioni morfologiche o canali preesistenti che possono essere ostruiti o talora sepolti. Raramente questi fenomeni si verificano a partire da tratti di versante indisturbati, generalmente si originano quale effetto terminale, talora catastrofico, di sistemi franosi a lenta evoluzione ed a cinematisma non parossistico, ovvero quale rimobilitazione di coltri detritico-colluviali rimaneggiate nell'ambito di concavità morfologiche.

Gruppo 3 – Frane di scorrimento e colamento

In questo gruppo sono stati inseriti gli scorrimenti rotazionali e traslativi ed i colamenti, sia in terra che in roccia. A tal proposito si precisa che nel caso di frane complesse del tipo scorrimento-colata lenta, quando si tratta di fenomenologie con evoluzione priva di discontinuità temporale, la simbologia adottata è data dalla sommatoria delle singole tipologie.

Scorrimento traslativo

Sono fenomeni tipici delle aree con strati in giacitura ordinata o con giunti di discontinuità orientati a franapoggio con inclinazione minore del versante, in cui il movimento avviene lungo discontinuità preesistenti, talora favorito dalla presenza di litologie a comportamento duttile; sono tipici di successioni ben stratificate, ma con litotipi a diversa competenza che si riscontrano in alcune successioni di bacino torbiditico, anche se non mancano esempi di frane analoghe in sequenze a comportamento rigido.

Scorrimento rotazionale

Sono frane con aspetto morfologico tipico, caratterizzato da una sagoma concava sede di una netta contropendenza del cumulo di frana, spesso associate ad una fase di colata lenta del materiale mobilizzato. Si riscontrano sia in litologie miste di terreni

geotecnicamente complessi sia in presenza di successioni a comportamento rigido sovrapposte a litologie a comportamento plastico o duttile.

Colata lenta – colamento

Questi fenomeni franosi presentano continue deformazioni e/o movimenti che determinano tipiche ondulazioni della superficie della massa in frana, con raggio di curvatura da metrica a decimetrica; tali dissesti sono caratteristici di successioni con componente argilloso-marnoso significativa.

Frane Complesse

Questi fenomeni risultano dalla combinazione evolutiva di frane di diverso tipo che modificano il proprio cinematismo durante lo spostamento della massa franata. Si riscontrano generalmente scorrimenti rotazionali-colata lenta di terra e creep-colata lenta di terra.

Gruppo 4 – Espansioni laterali, D.G.P.V. e depositi di concavità morfologica

In questo gruppo sono stati inseriti tutti gli altri movimenti di massa cartografati e riportati nella “Carta inventario dei fenomeni franosi”, incluse alcune tipologie che di norma non vengono considerate frane s.s..

Espansione laterale di pendio

In tal modo sono state cartografate le tipologie così definite in Varnes (1978), anche se tali dissesti non sono compresi in quelli riportati nella bozza di legenda allegata all’Atto di Indirizzo del D.L. 180/98. Questi movimenti sono stati riscontrati solo in presenza di successioni a comportamento rigido sovrapposte a litologie a prevalente componente argilloso-marnosa e consistono in un progressivo allontanamento reciproco di grandi blocchi (block-type) o masse lapidee con creazione di trincee sommitali e rigonfiamenti basali.

Deformazione gravitativa profonda di versante (D.G.P.V.)

Le D.G.P.V. in genere coinvolgono l'intero sistema crinale-versante-fondovalle, dislocando ammassi di substrato di dimensioni discrete lungo discontinuità sia preesistenti che di neoformazione e con tempi di evoluzione lunghi; le forme presentano maggiore o minore evidenza a seconda del tipo di D.G.P.V. e dallo stato di attività. Anche in questo caso le situazioni più caratteristiche si manifestano in concomitanza di sovrapposizioni, tettoniche e/o stratigrafiche di successioni a comportamento fragile su successioni a comportamento duttile.

Creep in depositi di concavità morfologica

Comprendono i movimenti che si sviluppano in prevalenza nelle coltri di copertura, laddove si associano particolari condizioni idrogeologiche ; sono stati considerati solo gli accumuli detritico-eluvio-colluviali di concavità morfologica, in quanto nell'ambito di queste ultime sono stati riscontrati i casi più evidenti ed importanti. I movimenti si esplicano con deformazioni progressive delle masse interessate, che in superficie presentano tipiche ondulazioni da decimetriche a metriche, con smorzamento più o meno rapido degli stessi in profondità.

Al fine di mostrare esempi applicativi delle specifiche tecniche sopra illustrate, si allegano alla presente , come Allegato 4a , le elaborazioni cartografiche relative alla Carta Inventario delle Frane del territorio di Celle di Bulgheria in scala 1:5.000, nonché la relativa Legenda di Riferimento.

5. SCENARI DI FRANOSITÀ(SUSCETTIBILITÀ DA FRANA) E SCENARI DI RISCHIO

L'analisi delle componenti geologico-strutturali, geomorfologiche e della distribuzione delle frane, effettuata seguendo le indicazioni di cui ai paragrafi precedenti porta alla individuazione di aree omogenee per quanto attiene le distribuzioni delle diverse tipologie dei fenomeni franosi.

Nell'ambito di tali aree si possono definire le più probabili tendenze evolutive di tipo gravitativo dei versanti in relazione ai fattori predisponenti di fondo considerati ed agli eventi franosi già avvenuti, che portano alla definizione di Scenari di Franosità o di Suscettività a franare

Per ciascuna area avente un particolare Scenario di Franosità si possono poi individuare settori di versante nei quali si riconoscono meccanismi evolutivi differenziati; in particolare con riferimento ai fenomeni franosi del passato: (a) zona di distacco, (b) zona di transito e/o rotolamento e (c) zona di accumulo/invasione. Si devono, altresì, individuare le aree di alimentazione (z) al contorno delle zone di distacco.

Per ciascuno Scenario di Franosità si possono individuare i relativi Scenari di Rischio in relazione alle interazioni con gli elementi antropici ed ambientali.

Operativamente, la Carta degli Scenari di Rischio deve derivare dalla sovrapposizione grafica della Carta degli Scenari della Suscettività (a franare) e della Carta degli Insediamenti, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale di particolare rilievo.

L'intersezione grafica dei due elaborati deve individuare, così, aree con condizioni di "rischio potenziale" a cui sono esposte, sulla scorta dei dati geologici e geomorfologici disponibili, le diverse zone nel caso si realizzi un evento franoso significativo.

E' evidente che tale condizione è strettamente collegata agli effetti degli eventi già avvenuti in un passato storico e/o recente e riportati sulla Carta Inventario dei Fenomeni Franosi.

Chiaramente , come già esposto sulla Relazione Generale, la **delimitazione cartografica** di tali Scenari di Rischio non è da considerare una vera e propria **perimetrazione** di aree a diverso **tipo** e **livello** di rischio, ma una **individuazione preliminare**, su basi geologiche e geomorfologiche di settori territoriali nei quali sono stati osservati , ovvero sono da attendere, particolari evoluzioni dei versanti per frana.

Tale individuazione preliminare non esaurisce **assolutamente** il processo conoscitivo di valutazione del Rischio Specifico da Frana, ma ne costituisce il presupposto fondamentale su cui impostare i successivi approfondimenti di carattere idraulico, idrogeologico , geotecnico, urbanistico ecc.. Detti approfondimenti dovranno consentire di verificare, su basi ingegneristiche, i modelli di evoluzione impostati su base geomorfologica, portando in conto le eventuali modificazioni del territorio che potrebbero dare luogo, localmente, ad un coinvolgimento di zone non interessate storicamente da fenomeni franosi.

La individuazione delle aree con Scenari di Franosità differenziati deve orientare , già nella fase preliminare, alla individuazione delle aree da sottoporre a Presidio e dei Siti di Indagine e dovrà indirizzare, nella fase di redazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, alla delimitazione delle aree nelle quali definire il Danno Atteso e la relativa Vulnerabilità.

Quale esempio applicativo, di seguito, vengono illustrati gli Scenari di Franosità riscontrati nell'area campione di Celle di Bulgheria mostrati sull'Allegato 5a ; per ciascuno di essi vengono illustrati i fenomeni più significativi ed i relativi Scenari di Rischio, graficamente mostrati sull'Allegato5b (Carta degli Scenari di Rischio)

Scenari di Franosità tipo "A": franosità di versante montuoso e del relativo piedimonte

La prima area coincide con il Versante Montagnoso settentrionale del M.te Bulgheria. Sulla base dei criteri di analisi esposti nel paragrafo precedente e che

conducono alla definizione di ambiti morfologici significativi, è stato possibile individuare tre differenti Scenari di franosità:

A1 : Scenario dei crolli

A2 : Scenario delle colate detritiche

A3 : Scenario delle colate detritico-fangose

A1: Scenario dei crolli

Il primo scenario (A1) riguarda aree che ricadono sia nel versante orientale che in quello occidentale del Monte Bulgheria e sono interessate essenzialmente da fenomeni franosi classificabili come crolli;

Come si evince dagli schemi e dalle sezioni, i fenomeni di crollo sono favoriti dalla concomitanza di fattori geologici e geomorfologici predisponenti, (struttura degli ammassi) e la sovrapposizione di membri litologici massivi su orizzonti più erodibili e disgregabili. In particolare l'influenza delle superfici di discontinuità, sull'instabilità dei fronti rocciosi, è legata alla loro orientazione spaziale in relazione alla orientazione dei fronti stessi, che determinano la presenza o meno di blocchi in condizioni di libertà cinematica e la tipologia stessa del movimento.

In generale, le problematiche connesse con gli ammassi lapidei sono legate alle condizioni di potenziale instabilità dei fronti naturali e artificiali, influenzate da azioni crioclastiche e termoclastiche, erosioni intensive, radici di piante, terremoti, ecc., dove, comunque, il distacco dei blocchi è riconducibile al maggiore o minore grado fratturazione della roccia (fattore predisponente).

A2: Scenario delle colate detritiche

Il secondo scenario (A2) riguarda aree suscettibili di colate detritiche riferibili alle fenomenologie di flussi detritici canalizzati riscontrati nell'ambito dei "canaloni" molto incisi del versante in cui si verificano processi attivi di degradazione crioclastica, ablazione dei prodotti disgregati dalla base delle pareti al fondo degli impluvi, progressivo accumulo dei detriti e lento flusso dell'ammasso verso il basso. Tali detriti vengono rapidamente trasformati in colate in occasione di eventi meteorici estremi.

Esempi di tali fenomenologie sono presenti lungo i canali della Tragara e del versante non regolarizzato del settore nord-orientale, dove si concretizzano in forma di conoidi di deiezione attive del tipo dei "ghiaioni" alpini e del Gran Sasso .

A3 : Scenario delle colate detritico-fangose

Le fenomenologie di colate detritico fangose "A3" avvengono laddove, alle condizioni descritte per le colate detritiche, si associano la presenza di zone di accumulo detritico-colluviale nell'ambito di conche di colluvionamento ubicate lungo il versante, ovvero il collegamento fra i canali in fase di riempimento e le vallette sommitali riempite di materiale colluviale e residuale a componente piroclastica fortemente alterata.

Alla tipologia delle colate detritico fangose appartengono sia fenomeni avvenuti in tempi storici, e di cui esistono riscontri geologici e geomorfologici, sia fenomeni avvenuti in tempi recenti a seguito della combinazione di eventi sfavorevoli (incendi ed eventi meteorici di forte intensità). A questo proposito si ricordano gli eventi storici che hanno interessato il Perale, quartiere più antico della frazione Poderia, e la parte alta dell'abitato di Celle Capoluogo (quest'ultimo sembra essere avvenuto verso la fine dell'800). Più recentemente, colate di questo tipo si sono mobilitate nel 1982 e nel 1997.

Scenario di tipo B : franosità di versante collinare in terreni fliscioidi

In tale contesto geomorfologico rientrano le seguenti tipologie di frana

B1: Scenario delle colate argillose antiche

B2 : Scenario degli Scorrimenti rotazionali e rototraslativi recenti

B3 : Scenario degli Scorrimenti colata e creep-scorrimenti- colata

B1: Scenario delle colate argillose antiche

La tipologia "B1" si riscontra nel settore orientale del versante collinare, laddove si verificano le condizioni di colate antiche interessate da deformazione lenta del corpo di frana e riattivazioni locali lungo i margini.

Le ultime fasi glaciali hanno creato le condizioni per l'innescò di grandi colate argillose, probabilmente a cinematisò rapido che inglobano "blocchi del substrato calcareo, fliscioide e delle precedenti coperture detritiche smantellate.

Per le basse acclività dei versanti (10° circa), i possibili meccanismi evolutivi dei versanti dovrebbero consistere in una lenta deformazione delle masse costituenti le colate antiche, nella mobilitazione dei margini degli impluvi che le delimitano attraverso un corteo di frane tipo scorrimento e scorrimento-colata ed una retrogressione delle zone di coronamento in forma di scorrimento-colata di terra.

B2 : Scorrimenti rotazionali e rototraslativi recenti

Gli scorrimenti rotazionali e rototraslativi "B2" sono caratteristici della zona di affioramento del Flysch Calcareo-marnoso-argilloso, laddove si riscontrano impluvi molto incisi lungo le cui sponde gli scorrimenti avvengono in corrispondenza di zone piú tettonizzate o alterate.

Nell'ambito dell'area in esame, queste tipologie si riscontrano lungo le sponde dei valloni fortemente incisi nelle successioni calcareo-marnoso-argillose appartenenti alle Successioni ad Affinità Sicilidi, affioranti lungo il Colle Morigialdo, ad Est del centro abitato del Capoluogo. Alcuni di questi fenomeni, che investono da vicino alcuni settori territoriali del capoluogo stesso, sono stati segnalati come situazioni emergenziali.

B3 : Scorrimenti colata e creep-scorrimenti- colata

Gli scorrimenti colata e creep-scorrimenti-colate "B3" sono stati individuati nella porzione centrale del piedimonte settentrionale del M.te Bulgheria. Tale area è interessata da una formazione prevalentemente argilloso-marnosa con intercalazioni costituite da livelli arenacei alterati e banconi marnosi e calcareo-marnosi.

La formazione argilloso marnosa è fortemente tettonizzata con completa disarticolazione delle intercalazioni litoidi che risultano isolate in forma di "blocchi"

all'interno della massa argillosa. La componente argilloso-marnosa presenta uno spinto stato di fessurazione ed una struttura a scaglie fortemente orientata.

Osservazioni di carattere geomorfologico consentono di ritenere questi depositi interessati da fenomeni deformativi lenti (creep) con velocità attese dell'ordine dei mm/anno. Si tratta quindi di fenomeni di bassa intensità (velocità lenta). In ogni caso, è possibile che la copertura detritico-colluviale ed il substrato argilloso, allentato ed ammordidito possano mobilizzarsi secondo meccanismi di frana che si sovrappongono ai fenomeni deformativi lenti che interessano il substrato inalterato determinando scorrimenti roto-traslativi-colate. Tali cinematismi possono presentare velocità anche dell'ordine di cm/mese.