

INDICE

1) PREMESSA	pag. 2
2) ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	pag. 4
2.2 - Geologia dell'area in studio	pag. 6
2.3 - Geomorfologia dell'area in studio	pag. 10
3) L'INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI	pag. 14
4) GLI ELEMENTI ANTROPICI CHE POSSONO CONDIZIONARE L'INNESCO, IL TRANSITO, E L'ACCUMULO DELLE FRANE DA SCORRIMENTO-COLATA RAPIDA	pag. 18
5) SCHEMA DI CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTORRENEA	pag. 18
5.1 - Monte Pendolo	pag. 20
6) SCENARI DI SUSCETTIBILITÀ	pag. 20
7) SCENARI DI RISCHIO	pag. 25
7.1 - I diversi scenari di rischio	pag. 25
8) AZIONI DA INTRAPRENDERE NELL'AREA	pag. 27
8.1 - Generalità	pag. 27
8.2 - Programmi di interventi (strutturali e non strutturali) per la mitigazione del rischio	pag. 28
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	pag. 35

**Attuazione del disposto di cui all'art. 1, comma 1, della Legge 267/98
Così come modificato ed integrato dall'art. 9, comma 2, del D.L. 132/99,
convertito con modifica dalla Legge 226/99**

APPROFONDIMENTI DI CUI ALL'ART. 3 DELLA CONVENZIONE

AREA CAMPIONE: Monte Pendolo (Comune di Gragnano)

1. PREMESSA

Il territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno è caratterizzato da due contesti geologici ben differenziati: quello delle grandi dorsali calcareo-dolomitiche "appenniniche" e quello dell'area vesuviana.

Questa distinzione si pone in particolare per quella porzione di territorio ricadente nella provincia di Napoli (di competenza del gruppo di lavoro coordinato dal Prof. R. de Riso).

La cartografia in scala 1:25.000 prevista dalla convenzione ha evidenziato in estrema sintesi:

- a) la grande diffusione di situazioni di rischio soprattutto per fenomeni di tipo idraulico (trasporto solido-alluvionamento. vedi in particolare il comune di Torre del Greco) e, più in generale, il pesante condizionamento dell' "urbanizzato" sul regolare deflusso delle acque superficiali provenienti dalle aree montane;
- b) la forte concentrazione di aree a rischio per frane di intensità elevata (crolli in rocce lapidee e scorrimenti/colata in coltri piroclastiche in vari comuni della Penisola Sorrentina e dei M.ti Lattari) e, subordinatamente, per frane di intensità media (comune di Massalubrense);

Le conclusioni cui si è pervenuti risentono evidentemente dei limiti imposti dalla scala della cartografia di base adottata, ma anche del diverso livello di informazioni sugli eventi pregressi e della indisponibilità di basi topografiche aggiornate per quanto

attiene all'“urbanizzato” (sono state utilizzate basi topografiche della Regione Campania datate 1990)

Gli approfondimenti eseguiti su aree campione (come da convenzione), e di seguito illustrati, costituiscono un esempio di modalità operative rese possibili dalla adozione di basi topografiche a scala medio-grande (1:5.000).

Gli *iter* metodologici sono stati integrati in relazione alle peculiarità offerte dai territori considerati; in effetti si è fatto ricorso anche ad elaborati cartografici aggiuntivi (dunque non previsti in convenzione).

La scelta delle aree campione ha evidentemente obbedito innanzitutto alla necessità di rappresentare i due contesti geologici prima indicati. All'interno di questi si è proceduto alla individuazione di settori rappresentativi di determinate tipologie di fenomeni (e quindi di scenari di rischio) e dei quali fossero disponibili supporti topografici sufficientemente aggiornati.

Nella Relazione illustrativa si è dato conto, per quanto possibile, della eventuale influenza della circolazione idrica (“di fondo” e subsuperficiale).

L'area del M.te Pendolo (Comune di Gragnano) è stata ritenuta fortemente rappresentativa di fenomeni di scorrimento/colata di terreni piroclastici in appoggio a versanti carbonatici incombenti su una vasta area urbanizzata.

Gli elaborati cartografici allestiti (su base topografica datata 1989 e del 1995, quest'ultima relativamente alla Carta degli Elementi Antropici, della Suscettibilità e degli Scenari di Rischio) sono:

- a) Carta Geolitologica;
- b) Carta degli Elementi Geomorfologici Significativi;
- c) Carta Inventario dei Fenomeni Franosi;
- d) Carta degli Elementi Antropici che possono condizionare l'innesco, il transito e l'accumulo delle frane da scorrimento/colata rapida;
- e) Carta degli Scenari di Suscettibilità;
- f) Carta preliminare degli Scenari di Rischio su base Geomorfologica (propedeutica a valutazioni di dettaglio da affidare ad indagini geognostiche, controlli puntuali degli interventi già eseguiti, verifica della reali situazione dell'antropico).

Per quanto attiene alla Carta Geolitologica si sono operati gli affinamenti del caso, specie per quanto attiene agli spessori ed alla stratigrafia delle coltri piroclastiche.

La carta al punto d) costituisce un utile contributo ad una migliore definizione degli scenari di rischio (anche se ancora perfezionabile attraverso ulteriori indagini puntuali sulla struttura attuale dell'urbanizzato).

Alla determinazione degli scenari di suscettibilità (non previsti in convenzione ma necessari per una completa definizione degli scenari di rischio) ed alla costruzione della carta di sintesi al punto f) si è pervenuti tenendo presenti i dati della Carta Geolitologica, Geomorfologica e di quella relativa all'inventario delle frane, nonché ulteriori dati, derivanti da analisi morfometriche di dettaglio, acquisiti sull'intera area dei M.ti Lattari. Nella carta al punto f) i singoli "beni" ad alto rischio devono considerarsi come segnalazioni di situazioni areali da verificare puntualmente (come da titolo dell'elaborato).

2. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Nel Bacino del Sarno tra i settori collinari e montuosi più soggetti a problemi di instabilità figurano sicuramente i versanti settentrionali della dorsale della Penisola Sorrentina – Monti Lattari. Qui l'assetto geologico/geomorfologico è caratterizzato da strutture calcareo dolomitiche aventi alta energia di rilievo (M. Faito 1400 m s.l.m) e versanti ricoperti, spesso anche nelle zone di elevata pendenza, da una estesa coltre di depositi piroclastici da caduta dello spessore di pochi m (1-5m) (Capotorti e Tozzi, 1991; Milia e Torrente 1997). Questi contesti sono interessati periodicamente da frane da scorrimento-colata rapida (le cui volumetrie talora hanno superato i 50.000 m³) da crolli in roccia, da crolli e scorrimenti nei depositi detritico-piroclastici pedemontani (generalmente di limitate dimensioni) e talora da fenomeni di trasporto solido ed alluvionamento lungo le principali aste torrentizie come i valloni di Castellammare e Gragnano (de Riso e Nota D'Elogio 1973; Civita et alii 1975; Guida et alii, 1974; Guida et alii, 1986; Guadagno et alii, 1988; Budetta et alii, 1994; Calcaterra et alii, 1997; Del Prete et alii, 1998; de Riso et alii, 1999).

L'area campione prescelta per gli approfondimenti perché storicamente più volte "colpita" (Fig.1), ricade nel territorio comunale di Gragnano alle falde del versante settentrionale del M.Pendolo (617m s.l.m.).

Il Monte Pendolo è costituito da rocce carbonatiche ascrivibili all'unità dei Monti Lattari (Bonardi et alii, 1988) e da brecce di versante più o meno cementate su cui

poggiano depositi piroclastici in giacitura primaria e/o secondaria (Fig. 2). Alla base del versante vi è un'area a morfologia sub-pianeggiante (*piana*) su cui insiste il centro abitato e costituita da terreni di origine detritico-alluvionale (ghiaie e ciottoli calcarei da sciolti a debolmente cementati e depositi piroclastici per lo più rimaneggiati a prevalente granulometria sabbio-limoso) che hanno alimentato vari ordini di conoidi durante il corso del Pleistocene (Cinque, 1986; Aucelli et alii, 1996). Questi terreni sono ben visibili grazie a sezioni naturali prodotti dalla reincisione operata dal Fosso Gragnano (che talora mette a giorno localmente anche banchi di Tufo Grigio Campano).

Il raccordo tra la porzione basale dei versanti e la *piana* è caratterizzato da una fascia a debole pendenza (*fascia pedemontana*) costituita da una spessa coltre di depositi detritico-piroclastici nei quali si rinvengono livelli di pomice rimaneggiate (da riferire essenzialmente alle pomice dell'Eruzione del 79 d.C. -Fig.3-) e paleosuoli. In alcuni settori della fascia pedemontana (quelli posti ai piedi degli impluvi) sono stati rinvenuti, inoltre, depositi detritici a matrice piroclastica da riferire ad antichi depositi di frana.

2.1 Geologia dell'area in studio

In considerazione delle finalità dello studio ed in accordo con quanto previsto in convenzione, è stato realizzato un rilevamento di campagna utile per una stima degli spessori delle coltri piroclastiche. Si è, inoltre, evidenziato se le stesse coltri poggiano su depositi cretacei (calcarei) o quaternari (breccie cementate, detrito e ghiaie dei depositi clastici di conoide e/o di versante, Tufo Grigio Campano -Figg.4-5-6).

Durante la fase di raccolta dati si è posta particolare attenzione alla ricerca di tagli (artificiali e naturali) che consentissero la valutazione degli spessori delle coltri.

I tagli hanno consentito di descrivere i caratteri salienti del deposito:

- tipo di deposito (suolo, colluvioni, cumuli di frana, etc.);
- presenza di livelli pomiceo;
- spessore dei singoli livelli;
- evidenze di rimaneggiamento;
- unità di appartenenza vulcanica (ove possibile).

Per ovvi motivi, non è stato possibile in questa fase ricorrere ad indagini geognostiche (profili penetrometrici, trincee, pozzetti esplorativi, etc.) che avrebbero consentito valutazioni più puntuali dello spessore delle coltri piroclastiche.

Nella carta geolitologica sono stati inseriti alcuni affioramenti considerati significativi ed indicati con otto colonne stratigrafiche allegate alla carta.

Di seguito sono descritte le cinque classi in cui sono stati accorpati i depositi piroclastici con riferimento agli spessori e alla natura del substrato

- **Classe A: < 0.50 m** - coperture di limitato spessore, ma generalmente continue, costituite da terreni piroclastici sciolti e spesso pedogenizzati. Il substrato non è affiorante tranne che in limitati settori.
- **Classe B: 0.50 ÷ 2.00 m** - coperture di limitato spessore, ma generalmente continue, costituite da terreni piroclastici sciolti (limo-sabbioso-argilloso) e localmente pedogenizzati. Si rinvencono livelli di pomice discontinui, in sede o rimaneggiati.
- **Classe C: 2.00 ÷ 5.00 m** - terreni piroclastici prevalentemente rimaneggiati e pedogenizzati nella porzione più superficiale con intercalazioni di lenti decimetriche di pomice e livelli di ghiaie di natura calcarea.
- **Classe D: 5.00 ÷ 20.00 m** - terreni piroclastici pedogenizzati nella porzione più superficiale. Nel deposito, a più altezze, si rinvencono intercalati strati di pomice più o meno rimaneggiate a scarsa matrice, livelli di ghiaia di natura calcarea e paleosuoli. In corrispondenza delle conoidi si rinvencono lenti di pomice rimaneggiate sub-arrotondate di diametro variabile da alcuni mm a qualche cm, intercalate a livelli lenticolari di ghiaie di natura calcarea in matrice piroclastica più o meno abbondante.

I terreni della *classe A* si rinvencono, con una certa continuità, lungo la superficie sommitale del Monte Pendolo mentre lungo i settori medio-alti del versante sono discontinui e subordinati alle coltri di *classe B* che domina questo settore del versante. Parte della fascia del versante che segna il raccordo con la *piana* è essenzialmente occupata dai terreni i cui spessori sono da riferire alla *classe C*. La *classe D* è presente invece nell'area di *piana* e parte della fascia di raccordo con il rilievo.

La definizione delle varie classi di spessore è stata operata, come detto in precedenza, avvalendosi esclusivamente di un rilevamento di campagna. Tali operazioni presentano evidentemente dei margini di incertezza (in particolar modo per quanto attiene alla delimitazione della *fascia pedemontana*) che dovranno essere ridotti avvalendosi di una apposita campagna d'indagini geognostica.

Sono state inoltre ricostruite, sulla scorta della carta redatta, due sezioni geologiche, ubicate in posizioni ritenute di notevole interesse (Figg. 4-5-6).

2.2 Geomorfologia dell'area in studio

Il versante settentrionale di Monte Pendolo rappresenta un tipico versante di faglia, evoluto secondo il modello di “slope replacement”, reincidento trasversalmente da impluvi torrentizi in genere poco profondi e caratterizzati da testate a ventaglio poco sviluppate. Lungo tale versante in roccia calcarea con estesa copertura di materiale piroclastico cineritico-pomico, si rinvengono pareti verticali a controllo strutturale o dovute a morfoselezione. Sulla sommità sono identificati lembi relitti di antiche superfici di erosione a debole pendenza ($< 10^\circ$) a quote di circa 550 m slm.

Nel settore pedemontano è stata riconosciuta una fascia detritico-colluviale all'interno della quale sono state distinte almeno due generazioni di conoidi detritico-piroclastiche “incastrate” tra loro e accresciute, almeno in parte, da colate detritico-fangose oloceniche e storiche. Queste conoidi, e soprattutto i loro lobi più distali, non sono sempre facilmente delimitabili soprattutto a causa dell'intensa urbanizzazione recente che le ha obliterate.

Altre due generazioni di conoidi più antiche si riscontrano nell'area pianeggiante attualmente solcata dal Rio Gragnano. La prima, fortemente reincidenta, costituisce la porzione terminale di una fascia di antiche falde detritico-alluvionali di più ampie dimensioni che occupa gran parte della “Sella di Pimonte”. È costituita prevalentemente da materiale conglomeratico ed elementi calcarei più o meno grossolani ben cementati. La seconda risulta “incastrata” nella prima ed è anch'essa reincidenta e terrazzata ma costituita da materiale alluvionale e detritico-piroclastico da “sciolto” a “debolmente cementato”. Questa ultima conoide occupa gran parte della piana di Gragnano e presenta limiti morfologici (soprattutto laterali) non sempre ben riconoscibili soprattutto per l'alta densità dell'urbanizzato.

Altre “forme” significative sono quelle fluvio-torrentizie e di versante legate a dilavamento. In particolare sul versante settentrionale di Monte Pendolo sono stati individuati settori geometricamente regolari caratterizzati dalla quasi totale assenza di incisioni lineari e settori invece caratterizzati dalla presenza di uno o più bacini imbriferi fluvio-torrentizi. Questa distinzione nel versante è importante ai fini delle caratteristiche evolutive e della modalità di distribuzione del cumulo delle frane da

scorrimento-colata rapida (di tipo “triangolare” nel primo caso, “incanalate” nel secondo).

Con riferimento all'idrografia dell'area sono stati cartografati tutti gli impluvi torrentizi che possono rappresentare potenziali vie di transito delle colate rapide di fango segnalandone, dove possibile, sia i tratti in erosione accelerata che i punti in cui si notano brusche variazioni di direzione (anomalie del reticolo idrografico) in corrispondenza delle quali il materiale di frana potrebbe abbandonare l'alveo. Sono state evidenziate, inoltre, le scarpate fluviali del Rio Gragnano, talora più alte di 50m, impostate in materiale detritico e detritico-piroclastico; esse sono potenziali aree di distacco di frane da scorrimento e crollo.

Tra le forme legate a processi carsici è stata segnalata, infine, una dolina da sprofondamento localizzata nella parte più occidentale di Monte Pendolo.

3. L'INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI

Gran parte dei rilievi collino-montuosi del territorio comunale di Gragnano si presenta ricoperta da una coltre di terreni piroclastici cineritico-pomici da caduta attribuibili in gran parte alla eruzione vesuviana del 79 d. C.. Questi terreni, e la loro copertura di suolo, sono sede di frane da scorrimento-colata rapida, talora di ampie dimensioni, e spesso di frane da scorrimento-crollo di dimensioni più limitate (specie in corrispondenza di scarpate e tagli antropici).

Ricerche storiche e bibliografiche, oltre che osservazioni geomorfologiche, hanno permesso di ricostruire ed ubicare gran parte delle frane storiche che hanno causato maggiori danni e vittime (Fig. 7)

Nella redazione della carta si sono così rappresentate sia le frane da scorrimento-colata rapida di età accertata e delimitate sulla base di dati bibliografici recenti e di un rilevamento diretto sia le frane storiche i cui limiti sono stati ricostruiti, per la zona di accumulo, sulla base dei danni segnalati da diverse fonti storiche (Giasi et alii, 1996; Di Crescenzo & Santo, 1999; Mele & Del Prete, 1999).

Tra le frane di età accertata figurano i due fenomeni franosi verificatesi nel 1997 nella porzione occidentale di monte Pendolo (n° 1 e 2) uno dei quali travolse un grosso capannone adibito a stalla provocando la morte di una trentina di capi di bestiame. La frana del 1971 interessò la stessa porzione di versante e travolse parte dell'Hotel La Selva, un attiguo villino e invase la strada Gragnano-Castellammare provocando la morte di 6 persone (de Riso & Nota D'Elogio, 1973) (Fig. 8).

Tra le frane storiche con limiti incerti ricordiamo la frana del 1764 (n° 9) che si incanalò in una delle incisioni poste nella parte centrale del versante nord di monte Pendolo (Mele & Del Prete, 1999). Essa provocò danni al rione Bagnulo con la perdita di 40 vite umane, secondo fonti storiche dell'epoca (Ranieri, 1841).

Nel 1841, durante un evento piovoso particolarmente intenso, il versante di Monte Pendolo è stato interessato da almeno tre frane di grandi dimensioni (Montella, 1841; Ranieri, 1841; Mele & Del Prete, 1999); esse si sono impostate nella zona di testata di impluvi torrentizi e si sono incanalate, provocando poi a valle la distruzione del Molino delle Capre (n° 4, tre vittime), del Rione Trivioncello (n° 5, oltre 100 vittime) e della strada "Salzano" (n° 9).

Nel 1963 sfavorevoli condizioni meteorologiche fecero cadere su Gragnano più di 662,5 mm di pioggia in diciotto giorni (Mele & Del Prete, 1999) che causarono l'innescò di molte frane tra le quali quelle indicate con i numeri 7 e 8. La prima fu caratterizzata da numerose nicchie di distacco ubicate in corrispondenza delle diverse incisioni presenti in corrispondenza di una ampia testata torrentizia; seguì l'incanalamento nella incisione principale e quindi l'invasione del centro del paese (danni a via Nastro e a negozi). Essa invase anche il Comune di Pimonte in località Scalese.

Sono stati, inoltre, acquisiti anche dati relativi ai danni arrecati a diverse zone del centro abitato di Gragnano da frane verificatesi nel 1540 (località Congiaria) e nel 1741 (Parrocchia del Trivione) (Cascini et alii, 1998). L'impronta di tali eventi non è stata cartografata per mancanza di indicazioni sicure sulle zone di distacco e transito.

Sulla carta inventario delle frane sono state cartografate anche le "tracce morfologiche" ritenute probabilmente riferibili a fenomeni franosi di età non documentata.

Oltre alle frane da colata rapida sono state, infine, ubicate quelle non cartografabili (perchè di pochi m³). Esse sono del tipo "crollo", "scorrimento" (traslativo e rotazionale) e scorrimento-colata, acquisite in parte da fonti bibliografiche ed in parte da un rilevamento diretto in campagna.

4. GLI ELEMENTI ANTROPICI CHE POSSONO CONDIZIONARE L'INNESCO, IL TRANSITO, E L'ACCUMULO DELLE FRANE DA SCORRIMENTO-COLATA RAPIDA

Tale elaborato non deve essere *visto* come la documentazione puntuale di tutti i fattori antropici presenti nell'area che possono giocare un ruolo nell'innesco, il transito e l'accumulo delle frane da scorrimento-colata rapida (una stesura oggettiva di una carta tematica di questo tipo avrebbe richiesto almeno il supporto di una base topografica aggiornata e di scala adeguata).

Tuttavia si è ritenuto significativo evidenziare:

- sentieri e strade ubicate nei settori medio-alti dei versanti;
- aree terrazzate con muretti a secco (macere);
- alvei-strada;
- corsi d'acqua imbrigliati;
- segmenti ove sono stati rilevati alvei tombati;
- tratti stradali della fascia pedemontana, generalmente, perpendicolari ai versanti, potenziali vie preferenziali di transito del materiale franato;
- scarpata e piazzale di cava;
- edifici di rilevanti dimensioni, disposti parallelamente al versante, che possono condizionare il percorso naturale del materiale di frana in transito.

I tagli artificiali non protetti scavati per la realizzazione di sentieri in tratti di versante medio-alti a forte pendenza ed in particolar modo in adiacenza alle testate di impluvio possono risultare infatti fattori determinanti per l'innesco. Gli alvei-strada ed i tratti stradali della fascia pedemontana perpendicolari al versante possono incanalare e veicolare le masse in movimento verso settori vallivi del centro abitato.

Grossi edifici in cemento armato disposti parallelamente al versante possono divenire delle barriere artificiali al deflusso del materiale di frana.

5. SCHEMA DI CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

I Monti Lattari costituiscono un esteso sistema orografico, di natura carbonatica, morfologicamente ben delimitato: a nord di essi si estende infatti la piana del F. Sarno, ad est la valle dei torrenti Bonea e Cavaiola; altrove il limite è rappresentato dal mare (Fig. 9).

Una tettonica, a carattere compressivo (Cotecchia & Melidoro, 1966) e successivamente estensionale (esplicatasi in più fasi - Milia & Torrente, 1997) ha

originato, nelle rocce costituenti i rilievi, discontinuità diversamente importanti che, in uno con stratificazione, carsismo e litologia, condizionano la circolazione idrica sotterranea.

La permeabilità complessiva è significativa: i gradi più alti si registrano in corrispondenza dei termini calcarei e calcareo-dolomitici delle zone centrale e sud-occidentale; più ridotta è invece la portata specifica calcolata per le dolomie che occupano la fascia orientale dei Lattari.

Per queste caratteristiche globali l'*infiltrazione efficace* legata alle piogge è elevata e contribuisce, per la maggior parte, ad alimentare cospicue *falde di base* (Celico & Corniello, 1979). Per i M.ti Lattari ad oriente della piana di Sorrento, i recapiti delle falde di base sono in prevalenza verso nord-ovest e sud-est: ciò si deve all'effetto di uno spartiacque sotterraneo collegato a linee tettoniche orientate NE-SW che si sviluppano, grosso modo, lungo la congiungente Positano - Cava dei Tirreni. Queste faglie (attivate nel Pleistocene inf.-medio, Milia & Torrente, 1997) giustappongono i termini calcarei a quelli meno permeabili calcareo-dolomitici e dolomitici s.s..

Verso nord-ovest i recapiti sono rappresentati:

- a) da travasi sotterranei verso la piana di Sarno (valutati intorno ai $31.5 \cdot 10^6$ mc/a al netto dei prelievi da pozzi - Piscopo et alii, 1995): le quote di tali travasi variano da alcune decine di metri (s.l.m.), nelle zone più orientali, a pochi metri (s.l.m.) in prossimità della costa (Celico & Corniello, 1979; Celico, 1983);
- b) da perdite in mare (per un totale di circa $20 \cdot 10^6$ mc/a) nelle zone di C.mare di Stabia, dello Scraio e tra Vico Equense e Meta;
- c) dalle sorgenti continentali di C.mare di S.: Fontana Grande (quota di efflusso: 3 m s.l.m.- portata med.: 340 l/s) e Terme (quota di efflusso: 2 m s.l.m.- portata med.: 85 l/s), queste ultime mineralizzate (Celico et alii, 1986; Corniello, 1994).

Verso sud-est le acque di falda trovano, invece, recapito in mare o negli alvei maggiori (Regina Maior, V.ne Grevone, V.ne Penise).

A luoghi sono presenti, a quote ben superiori rispetto alle falde di base, sorgenti e/o gruppi sorgivi con significativi valori di portata. La loro origine può essere ricondotta a fattori diversi e non sempre definibili nel dettaglio: i principali sono: a) presenza di *impermeabili intercalari*, b) presenza di circuiti carsici, c) limiti di permeabilità.

Oltre alle sorgenti fin qui richiamate, a diverse altezze sui versanti carbonatici dei Lattari si trovano piccole scaturigini (portata 2-3 l/s) dovute quasi sempre, se non si riconoscano ben definiti elementi stratigrafici e/o strutturali, a *limiti di permeabilità* indefiniti.

5.1 Monte Pendolo

Il rilievo carbonatico di M.te Pendolo è parte del sistema orografico dei M.ti Lattari in cui occupa un vasto settore ad est di C.mare di Stabia (Fig. 9).

La permeabilità complessiva è elevata (portata specifica da 10^{-4} a 10^{-1} mq/s – Piscopo et alii, 1995) così come l'*infiltrazione efficace* legata alle piogge: questa poi, per l'assenza di intercalazioni meno permeabili nella successione sedimentaria, contribuisce all'alimentazione di una *falda di base*. Tale corpo idrico non recapita esternamente in forma di sorgenti ma travasa in sotterraneo verso i ricettivi depositi detritico-alluvionali (trasmissività dell'ordine di 10^{-2} mq/s) che fasciano la base dei versanti verso nord; la sua piezometrica si livella a notevole profondità rispetto alla superficie topografica; e infatti viene rinvenuta nei pozzi a pochi metri sul l.m.

Sul versante settentrionale di M.te Pendolo è stata individuata una sola sorgente più alta rispetto alla falda di base. Si tratta di una piccola scaturigine presente in località Sigliano del Comune di Gragnano: effluisce a quota 145 m s.l.m. ed legata verosimilmente ad un *limite di permeabilità* presente nell'ambito dei depositi detritici s.l. pedemontani che accolgono parte del bacino di alimentazione. A valle della sorgente la morfologia è sub-pianeggiante ed il recapito delle acque sorgentizie (Rio Gragnano) è assai prossimo.

Con questa situazione idrogeologica risulta evidente che sono del tutto ininfluenti sulla stabilità dei versanti sia la circolazione idrica principale (in quanto la piezometrica è a quote decisamente più basse del piano topografico) sia le acque liberate dalla modesta falda presente in località Sigliano. E' tuttavia importante approfondire il censimento di eventuali punti d'acqua sulle aree di versante in quanto essi potrebbero essere testimonianza di una circolazione idrica subsuperficiale (nei calcari e/o nei terreni piroclastici).

6. SCENARI DI SUSCETTIBILITA'

In questo elaborato sono state differenziate le aree suscettibili a fenomeni di **innesco e di transito** di frane, le aree suscettibili **all'invasione ed accumulo**, ed infine quei settori potenzialmente soggetti a fenomeni di trasporto solido e sovralluvionamento;

questi ultimi possono essere considerati al confine con le competenze del settore idraulico. Questa “carta” è stata prodotta utilizzando le informazioni delle carte di base (geolitologica, geomorfologica, censimento fenomeni franosi, elementi antropici) alle quali si farà spesso riferimento nella descrizione dei singoli scenari di suscettibilità.

Zone suscettibili all’innescò di frane da colata rapida di fango e/o frane da scorrimento/crollo

Rappresentano i settori di versante calcareo con spessori della coltre piroclastica superiore ai 0.5m (vedi carta geolitologica) dai quali sono stati esclusi (vedi carta geomorfologica): le aree a debole pendenza delle superfici sommitali, i ripiani intermedi e gli accumuli detritico-colluviali pedemontani. In questi settori si sono già innescate in passato (vedi carta inventario dei fenomeni franosi) e si possono innescare frane da colata rapida (incanalte e non) anche di notevoli dimensioni (alcune decine di migliaia di m³).

Localmente, soprattutto lungo settori a maggiore pendenza (tagli, scarpate) si ritiene possibile l’innescò di fenomeni di scorrimento/crollo nella coltre piroclastica generalmente di esigue dimensioni.

Nell’area di studio questa classe di suscettibilità corrisponde a gran parte del versante settentrionale di M. Pendolo.

Zone suscettibili all’innescò di frane da crollo in calcari

Rappresentano aree di limitata estensione localizzate in corrispondenza di cornici e scarpate di morfoselezione (vedi carta geomorfologica) per lo più localizzate nei settori prossimi allo spartiacque del M. Pendolo. Gli eventuali inneschi dovrebbero coinvolgere volumetrie limitate (pochi m³) e non interessare direttamente il centro abitato. Tuttavia, in particolari condizioni metereologiche, eventuali crolli in roccia potrebbero innescare frane da colata rapida nei depositi piroclastici presenti a valle delle scarpate.

Zone suscettibili all’innescò di frane da scorrimento/crollo in materiale detritico e detritico piroclastico.

Queste aree ricadono lungo le incisioni dei principali corsi d’acqua (Rio Gragnano). L’approfondimento delle aste vallive nei depositi detritico piroclastici ha generato scarpate con altezze talora superiori ai 50 m e con pendenze molto elevate

(generalmente ben maggiori di 45°). Su di esse si sono generati in passato (vedi carta inventario dei fenomeni franosi) numerose frane da scorrimento o da crollo (ordine di grandezza di decine di m³).

Zone suscettibili prevalentemente, all'invasione di frane da colata rapida di fango e, subordinatamente, all'innescò di frane da scorrimento/crollo di limitate dimensioni.

In questa classe di suscettibilità vengono individuate le potenziali aree di accumulo di corpi di frana da colata rapida.

Il limite superiore (zona più a monte) di questo settore corrisponde alla prima rottura di pendenza localizzata alla base del versante e riconosciuto in funzione delle caratteristiche topografiche, deposizionali (cumuli di frane, materiali di conoide) e geomorfologiche (settori apicali di conoidi).

Il limite inferiore (zona più a valle) è stato identificato con una operazione di calcolo e cioè adoperando un fattore di moltiplicazione che deriva dall'analisi morfometrica di circa 25 frane della Penisola Sorrentina.¹

E' stato notato infatti che esiste, almeno in questi contesti, una proporzionalità tra il **dislivello** (calcolato tra la zona di innescò delle frane e la prima rottura di pendenza alla base del versante) e **lunghezza del cumulo di frana**.

Più in particolare distinguendo le frane da colata rapida incanalate da quelle che si propagano su versanti regolari sono stati individuati per il primo caso valori medi delle lunghezze dei cumuli 1,4 volte i dislivelli. Per il secondo caso invece il fattore di moltiplicazione è più basso e pari a 0.9.

Il limite inferiore della zona di invasione è stato dunque tracciato tenendo conto innanzitutto delle informazioni della carta geomorfologica che differenzia i settori di versante regolari da quelli in cui le frane si possono canalizzare. Quindi per ogni diverso settore sono stati eseguiti numerosi profili ipotizzando la quota d'innescò più alta possibile (dato fornito dalla carta geolitologica per la presenza di coperture piroclastiche). Una volta calcolati i dislivelli per i vari profili, essi sono stati moltiplicati per 1.4 (per i versanti potenzialmente interessati da frane incanalate) e per 0.9 per i versanti regolari. I valori ottenuti rappresentano le lunghezze massime dei cumuli calcolate a partire dalla prima rottura di pendenza del versante.

¹ Trattasi di un approccio ancora in corso di approfondimento presso la comunità scientifica e dunque da verificare in futuro come di seguito indicato

All'interno o in vicinanza del limite inferiore della zona suscettibile all'invasione da colata rapide di fango sono state indicate sulla carta due altre linee: **“il limite di massima invasione delle frane storiche dedotto dalle segnalazioni dei danni riportati in bibliografia”** ed **“il limite morfologico delle conoidi storiche o recenti”**.

Quando questi limiti ricadono nei settori più a valle delle aree di suscettibilità all'invasione ricavate dal calcolo (“dislivello – lunghezza del cumulo”) si individua un settore che statisticamente non dovrebbe essere interessato da frane ma nel quale sono ancora riconoscibili apparati esterni di conoide. Tale settore è stato definito quindi come *area ove risulta necessaria una campagna di indagini geognostica per meglio tracciare il limite di massima invasione delle frane da colata rapida.*

Sempre nella classe di suscettibilità all'invasione sono stati evidenziati i **“settori ove il materiale di frana incanalato può abbandonare l'impluvio per anomalie del reticolo idrografico o per bruschi restringimenti dell'alveo”**. Sono punti ricavati dalla carta geomorfologica e di evidente importanza in quanto ad essi possono corrispondere deviazioni del naturale percorso del materiale in frana.

Sono stati indicati infine i **“tratti stradali sede di possibile canalizzazione ed avanzamento del cumulo di frana”**. Essi corrispondono a strade molto larghe, generalmente in discesa, localizzate alla base e perpendicolarmente al versante: si è ritenuto che in caso di frana essi rappresentino vie preferenziali di percorso del cumulo.

Zone suscettibili a fenomeni di trasporto solido lungo alvei strada

Sono localizzate a ridosso di sentieri e/o strade che rappresentano la continuazione verso valle (naturale o artificiale) di impluvi e che veicolano il materiale in transito verso le aree del centro abitato. Tali alvei-strada in concomitanza di forti precipitazioni possono fungere da collettori di acque e detrito provenienti dai settori più acclivi del versante. Il materiale (fango, pietrame calcareo, vegetazione) che defluisce dai pendii dei rilievi calcarei può trovare facile transito verso il centro abitato.

Zone suscettibili a fenomeni di sovralluvionamento

E' stata indicata un'area prossima alla confluenza tra i due valloni presenti sul territorio di Gragnan. In questo punto la luce dell'alveo si riduce così come le altezze delle sponde (2-3m) e pertanto è possibile che in particolari condizioni meteoriche il torrente esondi.

Zone non suscettibili all'innescamento o all'invasione di frane da colata rapida ma ove possono generarsi frane da scorrimento/crollo di esigue dimensioni da riferire essenzialmente, a modificazioni antropiche del paesaggio (scavi, trincee, muri di contenimento, aree terrazzate e/o disfunzione o assenza della rete acquedottistica e fognaria).

Sono le aree a debole pendenza e di pianura più lontane dal versante non soggette all'invasione di frane da colata rapida.

Sono state inserite nell'elaborato esclusivamente per completare gli scenari offerti dal territorio.

Area suscettibile a sprofondamenti di tipo carsico

E' un'area localizzata nel settore nord occidentale di M. Pendolo dove è presente una dolina da collasso della quale non si conosce l'età ma che presenta caratteristiche morfologiche simili ad altri recenti sprofondamenti avvenuti in Penisola Sorrentina (Budetta et alii, 1996; Santo e Tuccimei, 1997).

Si ricorda che nella carta delle suscettibilità non sono riportati settori del centro abitato di Gragnano potenzialmente soggetti a fenomeni di sprofondamento di cavità scavate nel tufo Grigio Campano. In passato si sono già avuti fenomeni analoghi ma uno studio completo non può prescindere da una accurata campagna di indagini specifiche non previste dalla convenzione.

7. SCENARI DI RISCHIO

7.1 I diversi scenari di rischio

La carta preliminare degli scenari di rischio su base geomorfologica (propedeutica a valutazione di dettaglio da affidare a indagini geognostiche, controlli puntuali degli interventi già eseguiti e verifica della reale situazione dell'antropizzato) è stata ottenuta dall'incrocio tra la carta degli scenari di suscettibilità e la carta con la distribuzione dell'urbanizzato fornita dall'Autorità di Bacino (vol. del 1989).

E' stata così individuata un'area definita di *alta attenzione*, potenzialmente interessata da fenomeni franosi di intensità elevata, disposta per lo più nella porzione medio alta del versante settentrionale di Monte Pendolo. Tale fascia, storicamente interessata in diversi anni da fenomeni di dissesto di notevoli dimensioni, non risulta essere

urbanizzata fatta eccezione le poche strade presenti che raggiungono quote che non superano i 250 m s.l.m..

Alla base del versante suddetto, dove risultano essere concentrate gran parte delle strutture e infrastrutture dell'abitato di Gragnano, si individuano le aree *definite a rischio*. Si tratta di aree in prevalenza sede di accumulo di materiale da frana del tipo scorrimento-colata dove sussiste un potenziale rischio per l'incolumità delle persone.

Esse si localizzano in aree già in passato tristemente coinvolte da questo tipo di fenomeni, come la zona denominata Rosariello, Trivioncello e Conciaria, ed in settori per i quali non si hanno notizie storiche certe ma dove sussistono condizioni geologico-geomorfologiche che inducono a pronunciarsi per una particolare suscettibilità all'invasione di frane (Fraz. di Sigliano). Le aree a rischio molto elevato si spingono, grossomodo, fino alla strada principale che attraversa il centro abitato di Gragnano e riguardano anche porzioni limitate di territorio localizzabili all'interno dei valloni presenti nell'area di studio (Vallone di Gragnano e Torrente Casola) dove altre tipologie di frane e fenomeni di sovralluvionamento possono coinvolgere strutture abitative e strade prossime alle scarpate o alle sponde.

Nella parte più distale della fascia pedemontana, in prossimità dell'area definita "a rischio" è stata cartografata un'area *potenzialmente interessata da frane di scorrimento-colata rapida e/o apporti detritico-piroclastici da alluvionamento*. I motivi che ci hanno indotto all'inserimento di tale area derivano sia dalle profonde modifiche antropiche che hanno interessato la fascia pedemontana del versante settentrionale del Monte Pendolo, obliterando le geometrie dei vecchi corpi di frana e delle conoidi, che dalla imprecisione di alcuni dati bibliografici (frane del 1764, 1741, 1841).

8. AZIONI DA INTRAPRENDERE NELL'AREA

8.1. Generalità

Le zone individuate nella presente relazione sono caratterizzate da scenari di franosità che richiedono la messa in opera di azioni finalizzate alla mitigazione del rischio, come indicato nel capitolo 3 della Relazione Generale. D'altro canto, come già chiarito nel paragrafo 2.3 R.G., si ritiene che la mitigazione del rischio debba essere parte di un processo dinamico e di continuo approfondimento, che si basa sulla progressiva conoscenza del territorio e dei suoi problemi, e si sviluppa attraverso la messa in opera di azioni mirate, calibrate sulle conoscenze via via acquisite.

Coerentemente con questa filosofia, è opportuno che in tutte le aree ritenute a rischio vengano innanzitutto eseguiti sopralluoghi finalizzati alla verifica puntuale delle condizioni di rischio mediante il controllo dei dati acquisiti con la presente convenzione e rilievi più dettagliati ed approfonditi di quanto non sia stato possibile eseguire nei tempi limitati della convenzione stessa. In particolare, i rilievi già indicati nel paragrafo 3.2 della Relazione Generale consentiranno di meglio precisare le informazioni già disponibili.

In questa fase tali verifiche potranno eventualmente consentire una declassificazione dei livelli di rischio individuati in precedenza, ovvero limitare le aree giudicate suscettibili a franare. Inoltre, come già precisato nel paragrafo 3.2, R.G. potranno essere stabilite delle scale di priorità tra le varie zone.

Laddove si evidenzino o si confermi l'esistenza di condizioni di rischio incombente, verranno messe in opera le azioni immediate per la mitigazione del rischio già indicate nel paragrafo 3.3 R.G. e, se necessario (quando cioè, anche dopo tali azioni, risulti la permanenza di un rischio residuo), saranno istituiti i presidi territoriali (paragrafo 3.4 R.G.).

Manutenzione (paragrafo 3.5 R.G.), indagini (paragrafo 3.6 R. G), monitoraggio strumentale (paragrafo 3.7 R.G.) ed interventi (paragrafo 3.8 R.G.), saranno tutte le ulteriori attività, elencate in ordine di impegno crescente, che, sulla base degli ulteriori dati via via raccolti, consentiranno all'Autorità di raggiungere l'obiettivo di un reale controllo del territorio. Come si è già avuto modo di precisare, anche tenuto conto della considerevole estensione delle zone classificate a rischio, si ritiene che la manutenzione continua del territorio e delle opere sia l'azione necessaria e fondamentale per la mitigazione del rischio tramite la quale ridurre gli oneri e, a volte, le incertezze, che

comunque permangono anche a seguito di interventi di consolidamento.

Nel seguito si forniscono delle indicazioni di massima sulle possibili azioni da intraprendere in ciascuna delle aree di approfondimento individuate nella presente relazione. Come precisato, tali indicazioni sono naturalmente suscettibili di modifiche in base a tutti i citati approfondimenti che l’Autorità di Bacino dovrà effettuare al termine della presente fase di studio.

I diversi settori del territorio dell’area campione di Gragnano ove si ritiene essere necessario eseguire indagini ed installare la opportuna strumentazione, sono rappresentati nella “Carta dei settori da sottoporre ad indagini geognostiche e geotecniche” (Figg.10-11).

In questo elaborato risulta evidente che è largamente prevalente la tipologia di “rischio” legata a fenomeni di frana del tipo scorrimento-colata rapida di fango.

E’ stato possibile individuare un’area montana, coincidente con il versante settentrionale di Monte Pendolo ed incombente sull’abitato di Gragnano, dove indirizzare le indagini geognostiche e geotecniche per l’accertamento puntuale dello spessore e della stratigrafia delle coperture piroclastiche e per le verifiche di stabilità. Quest’area è stata suddivisa in due settori di cui uno (storicamente interessato da frane) con maggiore priorità relativamente alle indagini.

Anche per l’area pedemontana è stato differenziato un settore prioritario sulla base del riconoscimento dei cumuli di frana.

E’ opportuno osservare che gli elaborati cartografici costituiscono un riferimento necessario ma non esaustivo ai fini della programmazione delle indagini. L’effettiva estensione e quantificazione di queste non può che scaturire da un progetto esecutivo che dovrà essere redatto tenendo conto della disponibilità economica e delle finalità che con queste indagini si intendono perseguire.

8.2 Programmi di interventi (strutturali e non strutturali) per la mitigazione del rischio

Colate detritico-fangose

Nell’area studiata è possibile sia l’insacco di colate rapide multiple canalizzate in impluvi, che di colate di versante, più probabili come episodi singoli.

L’individuazione di situazioni di pericolo incombente dovrà essere oggetto dei sopralluoghi iniziali e del presidio territoriale che, fin d’ora, appare necessario istituire.

I sopralluoghi dovranno essere effettuati preliminarmente ad ogni altra azione ed avranno anche la funzione di approfondire e meglio definire le condizioni di rischio, di stabilire una priorità tra le varie zone e di programmare le ulteriori attività per la mitigazione del rischio.

Sulla base di quanto illustrato nel capitolo 3 (R.G.), il presidio territoriale dovrà provvedere:

- a) ai rilievi geomorfologici delle coperture piroclastiche;
- b) alla redazione di schede sulle preesistenze strutturali ed infrastrutturali;
- c) alla individuazione degli elementi rivelatori di fenomeni franosi incipienti.

L'attività di presidio territoriale consentirà la programmazione, l'avvio e la definizione della necessaria attività di manutenzione ordinaria del territorio e delle strutture. Corre l'obbligo di evidenziare che la manutenzione continua del territorio e dei manufatti esistenti è di fondamentale importanza.

Nell'ipotesi che i sopralluoghi e/o il presidio territoriale confermino puntualmente le situazioni di rischio già individuate nel presente studio, le attività immediatamente eseguibili per la mitigazione del rischio dovranno comprendere:

- a) la rimozione, completa o parziale, di materiale colluviale accumulato nei canali in quota e comunque in tutte le aree soggette ad importanti afflussi idrici capaci di mobilitare gli accumuli, specie se esse sono caratterizzate da elevata acclività;
- b) la pulizia e la eventuale rimozione di ostruzioni lungo le opere di canalizzazione delle acque presenti sul territorio;
- c) la costruzione di opere idrauliche di regimazione delle acque superficiali con lo scopo di ridurre la possibilità della mobilitazione degli accumuli presenti nei canali.

Naturalmente, sulla base dei rilievi puntuali effettuati nel corso dei sopralluoghi e delle informazioni fornite dal presidio territoriale, in questa fase verranno rapidamente riabilite, o ricostruite, tutte le opere di consolidamento (tipicamente, muri di sostegno o opere idrauliche di modesto impegno) già presenti sul territorio e caratterizzate da degrado.

Laddove si riconosca l'opportunità di progettare interventi di stabilizzazione, andranno eseguite specifiche indagini. In particolare, tali indagini potranno comprendere:

- foto aeree e rilievi topografici di superficie per la redazione della cartografia necessaria per la rappresentazione del territorio nelle aree di interesse;
- rilievo degli spessori delle coperture mediante indagini geofisiche, esecuzione di pozzetti e trincee, prove penetrometriche (preferibilmente con penetrometro statico se trasportabile altrimenti con penetrometro leggero tipo DL030), eventuali sondaggi;
- quando sia possibile eseguire pozzetti, trincee o sondaggi si dovrà prevedere il prelievo di campioni indisturbati di terreno da sottoporre a prove di laboratorio;
- prove in sito (prove penetrometriche e di permeabilità) per la misura delle proprietà idrauliche e meccaniche dei terreni;
- eventuale installazione di estensimetri ed inclinometri per la misura delle deformazioni e degli spostamenti superficiali e profondi delle coltri di copertura;
- installazione di un telepluviometro;
- prove di laboratorio su campioni indisturbati per la determinazione delle proprietà fisiche generali, della deformabilità e della resistenza al taglio; attesa la notevole influenza della suzione sulla risposta meccanica di tali materiali, potrebbe essere utile procedere ad una specifica sperimentazione.

E' appena il caso di osservare che la ricostruzione puntuale della stratigrafia e degli spessori delle coltri piroclastiche, mediante scavi e perforazioni, oltre che alla loro posizione lungo il pendio, forniscono importanti indicazioni sulla possibilità che il versante sia interessato da colate detritico-fangose. Tali dati, sono fondamentali dato per il progetto di opere di difesa passiva di insediamenti e manufatti.

La misura delle pressioni neutre, potrà fornire utili dati sulla risposta delle coperture piroclastiche agli eventi meteorici e sulla evoluzione delle loro condizioni di sicurezza (come è noto, strettamente legate al regime delle pressioni neutre).

Mediante la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni (tramite prove in sito e di laboratorio) sarà possibile quantizzare il margine di sicurezza delle coperture (spesso modesto) e, con i dati sulle pressioni neutre, la sua evoluzione temporale.

Il monitoraggio, infine, dovrà consentire di predisporre sistemi di allarme.

Gli interventi di consolidamento delle aree interessate da colate detritico-fangose potranno includere:

-nelle aree in quota, drenaggi, viminate o altri interventi di tipo idraulico-forestale finalizzati alla limitazione dei fenomeni di erosione ed al sostegno di modesti volumi di terreno, opere idrauliche per la regimazione delle acque, briglie o muretti con funzione di sostegno ovvero di controllo dell'energia cinetica di masse di terreno in movimento, rimodellamento del terreno: la scelta dell'uno o l'altro tipo di intervento dipenderanno dalla situazione stratigrafica e delle acque sotterranee e dalle ipotesi più realistiche sulle più probabili cause di innesco di fenomeni di colata rapida (v. paragrafo 3.8 R.G.);

- lungo gli impluvi, dove le condizioni dei luoghi lo consentano, briglie con funzione di contenimento, movimenti di terra per la rimozione di materiale in condizioni di equilibrio precario;

- in corrispondenza degli sbocchi, opere per la sistemazione idraulica dei canali (sistemazione del fondo dei canali, briglie "a griglia"); quando sia possibile si potrà prevedere la costruzione di vasche per l'accumulo dei materiali di colata.

Per gli scenari di franosità di colata detritico-fangose di versante (non canalizzata) possono considerarsi in buona parte le stesse tipologie di intervento. In particolare possono realizzarsi sistemazioni idrauliche superficiali ed opere tese alla riduzione dei fenomeni di erosione superficiale.

Nell'ipotesi di spessori limitati di copertura detritico-piroclastica e in tratti di versante di lunghezza esigua, potranno realizzarsi anche opere di contenimento quali muri di sostegno, gabbionate, ecc.

Manufatti ubicati lungo il possibile percorso delle colate potranno essere protetti mediante opere passive come barriere ovvero canali di deviazione del flusso.

È indispensabile tuttavia evidenziare che per la ridotta distanza esistente tra i manufatti esposti ed i versanti appare difficilissima l'individuazione di interventi strutturali idonei alla sola mitigazione dell'attuale livello di rischio da frana; di conseguenza si è del parere che, almeno preliminarmente la protezione debba essere demandata ad essenzialmente ad attività di manutenzione, controllo ed allarme.

La prima, come più volte ricordato, dovrebbe consistere nella rimozione degli eventuali accumuli di detrito depositati all'interno delle incisioni vallive, la seconda e la terza rientrano nella redazione del piano di emergenza che dovrà essere basato sul

rilievo in continuo delle piogge (installazione di un telepluviometro con scansione tra i 10 e i 20 primi) e della suzione nelle coltri, in numerosi punti della pendice.

In considerazione delle incertezze connesse al sistema di allertamento le soglie di allarme andranno definite con estrema prudenza e modificate nel tempo via via che si acquisiranno nuovi dati.

L'educazione della comunità alla convivenza con il pericolo dovrà essere parte integrante delle misure di protezione e quindi del piano di emergenza. Infine dovrebbe essere recepita, dagli strumenti urbanistici, l'esigenza di ridurre la densità abitativa e delle infrastrutture nelle aree interessate dai fenomeni in esame.

I RESPONSABILI SCIENTIFICI

Prof. Geol. Roberto de Riso

Prof. Ing. Giovanni Fenelli

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AUCELLI P., CINQUE A. & MEROLA D. (1996) - *Discriminazione cronologica di eventi deformativi fragili lungo il margine settentrionale dei Monti Lattari sulla base di dati geologici e geomorfologici*. Il Quaternario, 9 (1), 319-324.
- BONARDI G., D'ARGENIO B., PERRONE V. (1988) - *Carta geologica dell'Appennino Meridionale in scala 1: 250.000*. Mem. Soc. Geol. It., 41.
- BUDETTA P., CALCATERRA D. & SANTO A. (1994) - *Engineering-geological zoning of potentially unstable rock slopes in Sorrentine Peninsula (Southern Italy)*. Proc. 7th Int. Congr. I.A.E.G., Lisbona, 2119-2126, Balkema.
- BUDETTA P., CELICO P., CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NICOTERA P. (1994) - *Carta idrogeologica della Campania 1/200.000 e Mem. Illustrativa*. Atti IV Conv. Int. Di Geoingegneria., Torino.
- BUDETTA P., NICOTERA P. & SANTO A. (1996) - *Controlli e monitoraggio di fenomeni deformativi indotti da carsismo in versanti carbonatici dell'Appennino campano*. Atti Conv. Int. "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della Ricerca scientifica". Alba (CN), Volume I C.N.R., 383-395.
- CALCATERRA D., SANTO A., DE RISO R., BUDETTA P., DI CRESCENZO G., FRANCO I., GALIETTA G., IOVINELLI R., NAPOLITANO P. & PALMA B. (1997) - *Fenomeni franosi connessi all'evento pluviometrico del Gennaio 1997 in Penisola Sorrentina - Monti Lattari: primo contributo*. Atti IX Congr. Ordine Naz. Geologi, Roma 17-20 Aprile 1997.
- CAPOTORTI F. & TOZZI M. (1991) - *Tettonica trascorrente nella Penisola Sorrentina*, Mem. Soc. Geol. It., 45, 35-57.
- CASCINI L., MIGALE L.S., MILONE A. (1998)- *Ricerca storica sulle colate di fango in terreni piroclastici della Campania*. Gruppo Naz. Difesa Catastrofi Idrog. Università di Salerno . U.O. 2.38.
- CELICO P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania)* - Quaderni CASMEZ n. 4/2, Napoli.
- CELICO P., ALBERTI F., BISCARDI D., DE FUSCO (1986) - *Le acque minerali di Castellammare di Stabia*. Atti Conv. Int. "Igiene e medicina termale e ambientale" 24-26/10 C.mare di Stabia, Napoli.
- CELICO P., CORNIELLO A. (1979) - *Idrodinamica, potenzialità e possibilità di sfruttamento delle risorse idriche sotterranee dei M.ti Lattari (Campania)* - Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli, 5.
- CINQUE A. (1986) - *Guida alle escursioni geomorfologiche. Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini*. Pubbl. n° 33, Dip. Scienze della Terra, Univ. Napoli.
- CIVITA M., DE RISO R., LUCINI P. & NOTA D'ELOGIO E. (1975) - *Studio delle condizioni di stabilità dei terreni della Penisola Sorrentina*. Geol. Appl. e Idrogeologia, 10, 129-188.
- CORNIELLO A. (1994) - *Lineamenti idrogeochimici dei principali massicci carbonatici della Campania*. Mem. Soc. Geol. It., 51, Roma.
- COTECCHIA V., MELIDORO G. (1966) - *Geologia e frana di Termini - Nerano (Penisola Sorrentina)*. Geol. Applicata ed Idrogeologia, Bari.
- DE RISO R. & NOTA D'ELOGIO E. (1973) - *Sulla franosità della zona sud-occidentale della Penisola Sorrentina (Campania)*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 12, 46 pp., Napoli.
- DE RISO R., BUDETTA P., CALCATERRA D., SANTO A. (1999)- *Le colate rapide in terreni piroclastici del territorio campano*. GEAM, Torino 133-150.

- DEL PRETE M., GUADAGNO F.M., HAWKINS A.B. (1998)- Preliminary report on the landslides of 5 may 1998, Campania, southern Italy. Bull. Eng. Geol. Env. 57: 113-129.
- DI CRESCENZO G., SANTO A (1999) - *Analisi geomorfologica delle frane da scorrimento-colata rapida in depositi piroclastici della Penisola Sorrentina*. Geograf. Fisica e Dinam. Quatern. 22.
- GIASI C.I., GUADAGNO F.M. & MELE R. (1996) - *Alcuni aspetti delle fenomenologie franose nelle coperture piroclastiche dei versanti di Monte Pendolo (Gragnano, NA)*. Atti VI Conferenza Scientifica annuale sulle attività di Ricerca dei Dipartimenti – Giornate Poster sulle ricerche del Gruppo Geomineralogico – Univ. Di Napoli, 66-68.
- GUADAGNO F. M., PALMIERI M., SIVIERO V. & VALLARIO A. (1988). - *Alcuni aspetti degli eventi franosi di tipo colata in vulcanoclastiti incoerenti nell'area campana*. 74° Cong. Soc. Geol. It., B.
- GUADAGNO F.M. (1991) - *Debris flows in the Campanian volcanoclastic soils (Southern Italy)*. Proc. Int. Conf. on “Slope stability engineering developments and applications”, Isle of Wight, 109-114.
- GUIDA M., IACCARINO G. & VALLARIO A. (1974) – *Alcune considerazioni sui fenomeni di dissesto e sulla difesa del suolo nella Penisola Sorrentina*. Geologia tecnica 2.
- GUIDA M., PAGANO D. & VALLARIO A. (1986) - *I fenomeni franosi della Penisola Sorrentina*. In CINQUE A. (ed.) - *Guida alle escursioni geomorfologiche (Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini)*, 69-90, pubbl. n° 33, Dip. Scienze della Terra, Univ. Napoli.
- LIRER L. (1998) – *Carta Geolitologica della provincia di Napoli*” – Rapporto conclusivo convenzione CIRAM-prov.di Napoli.
- MELE R. & DEL PRETE S., (1999) - *Lo studio della franosità storica come utile strumento per la valutazione della pericolosità da frane. Un esempio nell'area di Gragnano*. Boll. Soc. Geol. It., 118 (I), 91-111.
- MILIA A., TORRENTE M.M. (1997) - *Evoluzione tettonica della Penisola Sorrentina (marginale peritirrenico campano)*. Boll. Soc. Geol. It., 116.
- MONTELLA N. (1841) - *Sposizione del disastro avvenuto in Gragnano diretta ad allontanare il timore di nuovi pericoli*. Tip. Del Petrarca, Napoli.
- PISCOPO V., FUSCO C., LAMBERTI A. (1995) - *Idrogeologia dei M.ti Lattari (Campania)*. Quaderni di Geologia Applicata, 2/95, Piagora Ed., Bologna.
- RANIERI C. (1841) - *Sul funesto avvenimento della notte dal 21 al 22 Gennaio 1841 nel Comune di Gragnano*. Boezio, Napoli.
- SANTO A. & TUCCIMEI P. (1997) - *Ricostruzione di eventi deformativi di versante tardo-quadernari ed olocenici attraverso studi geomorfologici e datazioni radiometriche Th/U: l'esempio dell'area di Vico Equense (Campania)*. “Il Quaternario”, 10(2), 1997, 447-484.