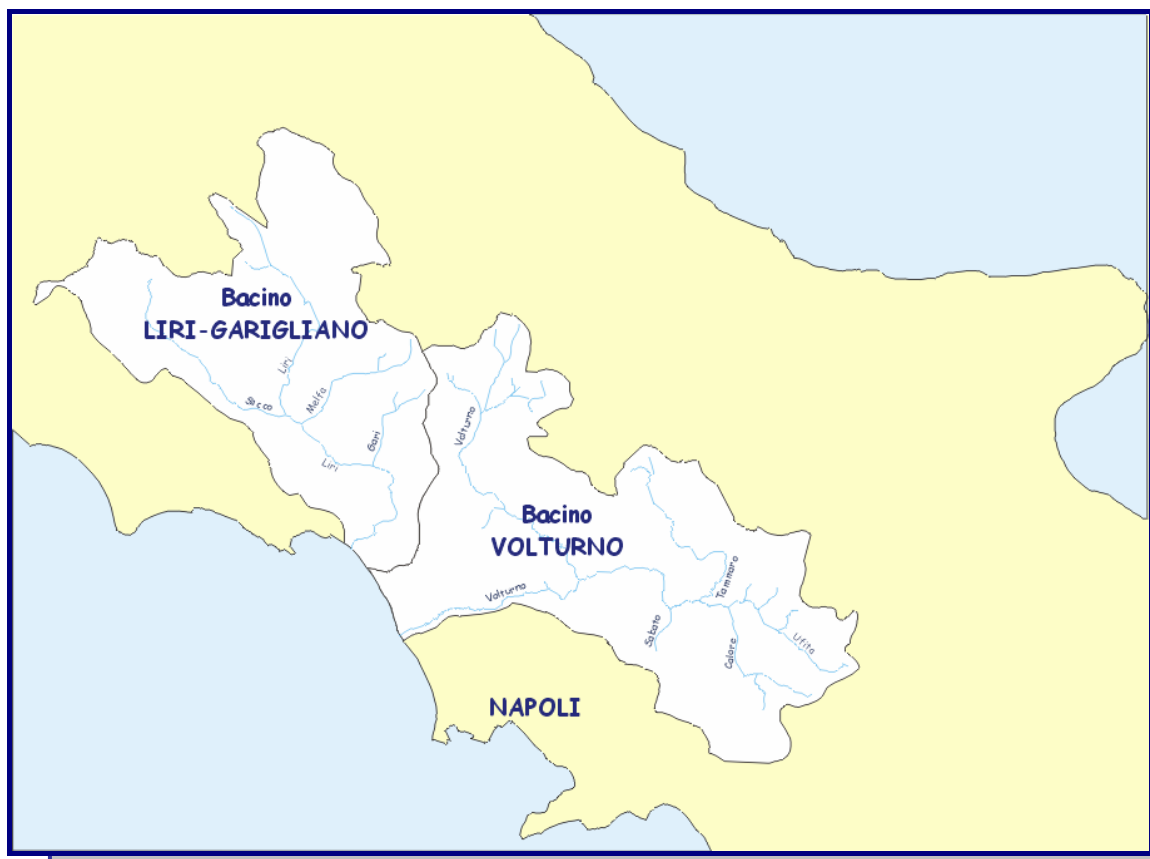




Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235
CF 94085990631- www.autoritadibacino.it



PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO RISCHIO DI FRANA

L. n.183 del 18 maggio 1989
L. n.253 del 7 agosto 1990
L. n.493 del 4 dicembre 1993

L. n.226 del 13 luglio 1999
L. n. 365 del 11 dicembre 2000

RELAZIONE GENERALE



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

INDICE

1.	INTRODUZIONE	Pag.	4
2.	ITER LEGISLATIVO E DI PIANO	Pag.	8
3.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E FISIOGRAFICO	Pag.	16
	3.1 Bacino del Liri-Garigliano	Pag.	16
	3.2 Bacino del Volturno	Pag.	19
4.	IL RISCHIO DI FRANA	Pag.	22
	4.1 Generalità	Pag.	22
	4.2 La geologia	Pag.	26
	<i>4.2.1 Premessa</i>	Pag.	26
	<i>4.2.2 Assetto geologico-strutturale e Carta geologico-strutturale</i>	Pag.	28
	<i>4.2.3 Le coperture di versante e la Carta dei depositi di copertura</i>	Pag.	39
	4.3 Le frane	Pag.	48
	<i>4.3.1 Premessa</i>	Pag.	48
	<i>4.3.2 Classificazione dei tipi di movimento</i>	Pag.	49
	<i>4.3.3 Individuazione e perimetrazione</i>	Pag.	54
	<i>4.3.4 Intensità dei fenomeni franosi</i>	Pag.	58
	4.4 Gli ambiti morfologici	Pag.	62
	<i>4.4.1 Premessa</i>	Pag.	62
	<i>4.4.2 La Carta Geomorfologica</i>	Pag.	65
	<i>4.4.3 Definizione e classifica dell'ambito morfologico</i>	Pag.	70



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.5 L'antropico	Pag.	74
4.5.1 Analisi dell'urbanizzato	Pag.	74
4.5.2 Zonazione	Pag.	78
4.5.3 Danni esistenti e potenziali	Pag.	81
4.6 La zonazione del territorio	Pag.	84
4.6.1 Definizione di rischio	Pag.	84
4.6.2 Criteri di classificazione del rischio	Pag.	87
4.6.3 Potenzialità e limiti della procedura adottata	Pag.	94
5. IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE	Pag.	96
6. IPOTESI DI SVILUPPO DEL PIANO	Pag.	99

Allegati



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

1. INTRODUZIONE

Il “*Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico Liri-Garigliano e Volturno*”, elaborato in ottemperanza agli strumenti legislativi vigenti, scaturisce da una molteplicità di azioni e di studi specifici che si sono succeduti negli anni e che sono stati, di volta in volta, approvati dal Comitato Tecnico e dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino.

L’insieme delle azioni svolte, unitamente alle attività di concertazione e di collaborazione con gli Enti territorialmente competenti, ha consentito di elaborare un Piano Stralcio particolarmente articolato, nell’ambito del quale sono individuate e perimetrare classi di rischio e classi di attenzione (quest’ultime relative ad aree non urbanizzate nelle quali sono stati riconosciuti scenari di franosità significativi), sulla base di 13 tematismi di base, sviluppati a scala 1:25.000.

Per l’intero territorio la procedura adottata ha richiesto la redazione di oltre 2.000 elaborati cartografici, con allegati e relazioni specifiche, ai quali vanno aggiunti gli studi svolti a scala di dettaglio (1:5.000), per i territori di Cervinara e San Martino Valle Caudina (AV).

Sono stati, inoltre, elaborati:

- *una proposta di norme di attuazione;*
- *un programma di mitigazione del rischio;*
- *una ipotesi di sviluppo del piano.*

Il comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino ha adottato il *Progetto di Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico* nella seduta del 25/02/03.

L’avviso dell’avvenuta adozione del progetto di *Piano Stralcio* è stato pubblicato sulla G.U. n. 88 del 15/04/2003, mentre le Delibere del Comitato Istituzionale sono state pubblicate sui Bollettini Ufficiali delle Regioni.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Successivamente all'adozione del *Progetto di Piano*, ha preso avvio l'iter di osservazioni e di concertazione con gli Enti territorialmente competenti, ai quali ha fatto seguito la Conferenza Programmatica (art. 1bis L. 365/2000).

Le Conferenze Programmatiche della Regione Puglia, Molise, Campania ed Abruzzo relative Progetto di Piano dell'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno si sono concluse ad aprile 2005.

La Regione Lazio ha svolto, invece, un'unica conferenza programmatica per tutte le Autorità di Bacino che ricadono nel territorio regionale, affidando all'Area Difesa del Suolo la predisposizione dell'istruttoria degli atti prodotti dagli Enti locali. Tale struttura, in data 29/09/2005, a seguito di vari incontri con i tecnici delle Autorità di Bacino, ha trasmesso al Tavolo tecnico della Conferenza le risultanze delle proprie attività. In data 23/11/2005, presso la Regione Lazio, si è svolta la conferenza conclusiva.

Per quanto attiene il PSAI - Bacini Liri-Garigliano e Volturno - Rischio Frane dei 450 comuni interessati, 192 hanno manifestato l'intenzione di voler produrre osservazioni:

- Regione Abruzzo n. 15 comuni
- Regione Campania n. 126 comuni
- Regione Lazio n. 14 comuni
- Regione Molise n. 23 comuni
- Regione Puglia n. 1 comune

Dei suddetti comuni, hanno continuato l'iter previsto, producendo studi ed indagini a supporto dell'istanza di osservazione 116 comuni così ripartiti:

- Regione Abruzzo n. 12 comuni
- Regione Campania n. 77 comuni
- Regione Lazio n. 14 comuni
- Regione Molise n. 12 comuni
- Regione Puglia n. 1 comune



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Sulla base degli studi pervenuti e delle verifiche effettuate dall’Autorità di Bacino, in sede di “conferenza programmatica” sono state accolte modifiche alla perimetrazione delle aree a rischio/attenzione afferenti ad 89 comuni:

- Regione Abruzzo n. 6 comuni
- Regione Campania n. 61 comuni
- Regione Lazio n. 14 comuni
- Regione Molise n. 7 comuni
- Regione Puglia n. 1 comune

Visti gli atti delle conferenze programmatiche il Comitato Istituzionale nella seduta del 5 aprile 2006 ha adottato, ai sensi dell’art.18, comma 1, della legge 18 maggio 1989, n.183 ed ai sensi della Legge 11 dicembre 2000, n. 365 il *Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico – Rischio Frane – bacini Liri-Garigliano e Volturno*.

Il *Piano* è costituito dai seguenti elaborati:

- *Relazione Generale*
- *Elaborati cartografici a scala 1:25.000:*
 - *Carta degli Scenari di Franosità in funzione della Massima Intensità Attesa*
 - *Carta degli scenari di rischio.*
- *Norme d’attuazione.*
- *Programma di mitigazione del rischio.*

In Comitato ha inoltre deliberato che:

- Dalla data di adozione del PSAI-Rf la “*Carta delle aree a rischio di frana molto elevato*” del “*Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto*” (D.L. 180/98, L. 267/98 e L. 226/99) viene sostituita dalla *Carta degli Scenari di Rischio* del presente Piano. Dalla data di adozione del PSAI-Rf decade anche l’applicazione delle Misure di salvaguardia



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

adottate contestualmente all'approvazione del “*Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto*” (D.L. 180/98, L. 267/98 e L. 226/99), con deliberazione del Comitato Istituzionale 27/10/1999, n. 1)

- Dalla data di adozione del PSAI-Rf le norme dichiarate immediatamente vincolanti di cui all'articolo 25, comma 1, delle norme di attuazione assumono valore di misure di salvaguardia fino all'approvazione del PSAI-Rf medesimo.
- Il presente Piano sarà approvato, ai sensi dell'art. 4, comma 1, lettera c) della L. 183/89, per i soli territori dei Comuni di cui all'Allegato A, mentre per i territori dei Comuni, di cui all'Allegato B, il piano resta adottato con relative Misure di Salvaguardia.

Al termine di questa breve introduzione, appare doveroso sottolineare che, per la realizzazione del *Piano*, l'Autorità ha posto in essere un processo innovativo, sia a livello metodologico e sia a livello operativo, finalizzato, da una parte, al conseguimento di risultati realmente significativi ai fini della pianificazione territoriale e, dall'altra, al rafforzamento ed alla qualificazione della struttura pubblica (in linea con quanto definito dalla politica comunitaria e della riforma in atto nella Pubblica Amministrazione), anche attraverso “l'internalizzazione” delle capacità tecniche in materia di difesa, uso, salvaguardia e governo del sistema fisico-ambientale.

Il processo operativo messo in atto, l'espletamento delle varie attività ed i risultati conseguiti sono descritti nei successivi capitoli.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

2. ITER LEGISLATIVO E PIANO

L'approccio allo studio ed all'analisi delle problematiche idrogeologiche – frane, che l'Autorità ha programmato, avviato e sviluppato nel corso degli anni si basa su un processo metodologico - operativo, che ha reso possibile, in ogni fase, il rispetto del dettato legislativo ed ha, nel contempo, valorizzato le molteplici competenze necessarie per la definizione del rischio su area vasta, in linea con il carattere interdisciplinare che caratterizza il processo di pianificazione e programmazione proprio della legge 183/89.

Il rispetto del dettato legislativo è stato reso possibile dalla notevole flessibilità del processo che ha consentito, di volta in volta, di adattare ed indirizzare le azioni in funzione di un iter normativo particolarmente articolato e complesso, che si è andato snodando attraverso fasi ordinarie ed emergenziali, come riassunto nella *Tab. 2.1*

Tab. 2.1

L. 183/89, L. 493/93 art. 12 D.P.R. luglio 95 e successive Integrazioni	Studi prioritari Preliminare di Piano di Bacino Definizione Bacino e Piani Stralcio Elaborazione ed approvazione da parte del Comitato Istituzionale del disciplinare Piano Stralcio per la difesa delle aree in frana
Emergenza Sarno maggio 98 D.L. 180/98, L. 267/98, L. 226/99 OPCM 2787/98 e successive integrazioni	Piano Straordinario per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico più elevato”, da elaborare ed approvare entro il 30/10/99
Emergenza Cervinara e San Martino Valle Caudina Dicembre '99 OPCM 3029/2000 e successive integrazioni	Supporto dell'Autorità di Bacino al Dipartimento di Protezione Civile ed elaborazione di studi specifici, propedeutici all'individuazione degli scenari di rischio a scala di dettaglio (1:5.000)
Emergenza Soverato L. 365/2000 OPCM 3081/2000 e successive integrazioni	Attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio; supporto e coordinamento da parte dell'Autorità di Bacino. Scadenze e procedure per l'elaborazione dei “progetti di Piano Stralcio di assetto idrogeologico” nonché dei piani stessi.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Nel rispetto delle normative citate, le attività svolte hanno rappresentato, in ogni fase, un tassello di un ben più ampio processo che si è posto, fin dall'inizio, l'obiettivo di un *Piano Stralcio* rigoroso ed organico. Il conseguimento di tale obiettivo è stato facilitato dall'approccio prescelto che, da una parte, ha consentito di acquisire conoscenze di valenza molto più generale per l'Autorità e, dall'altra non ha comportato particolari problemi per le accelerazioni prodotti dall'iter legislativo e/o per il maggior grado di approfondimento di volta in volta richiesto.

In particolare, il disciplinare tecnico del "*Piano Stralcio per la Difesa delle Aree in Frana – Bacino Liri-Garigliano e Volturno*", approvato dal Comitato Istituzionale nel maggio 98, in relazione a quanto dettato dalla L. 183/89, dal D.P.C.M. 30 marzo 1990, dalla L. 493/93, dal D.P.R. luglio 95 e successive integrazioni, partendo dai primi studi sui dissesti idrogeologici, prevedeva un programma di indagini e studi, da sviluppare a scala 1:50.000, articolato nelle seguenti attività:

- *Indagine ed acquisizione presso gli Enti degli studi geologici effettuati;*
- *Ricerca storica sugli eventi franosi e sui danni da questi prodotti;*
- *Acquisizione di elementi Geotecnici, Idraulici, Idrologici;*
- *Acquisizione di dati: Ambientali, Urbanistici, Agro-Forestale, Vincoli;*
- *Analisi ed omogeneizzazione dei dati acquisiti e degli studi svolti;*
- *Studio Aerofotogrammetrico;*
- *Schedario Frane;*
- *Realizzazione e/o rivisitazione della Cartografia Tematica (Carta geologica, Carta delle Coperture relativa ai terreni sciolti, Carta strutturale, Carta Morfologica, Carta Inventario Frane, Carta sulla zonazione sismica, Carta del danno, Carta degli insediamenti,*
- *Macrozonizzazione del territorio;*
- *Informatizzazione dei prodotti di cui ai punti precedenti.*

Nel periodo successivo all'individuazione del programma specifico ed alla realizzazione delle prime attività, l'Emergenza Sarno e l'emanazione del D.L. 180/98 hanno notevolmente accelerato alcune



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

delle attività programmate che si sono concretizzate nella redazione del “*Piano Straordinario per l’individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato*”. La elaborazione di tale piano, in base a quanto definito dai dettati legislativi, doveva avvenire attraverso procedure ed attività speditive, quali: *un’analisi territoriale svolta in scala adeguata, almeno 1:25.000, in base agli elementi e ai dati già disponibili; realizzazione della cartografia dei fenomeni franosi, degli insediamenti delle attività antropiche e del patrimonio ambientale di particolare rilievo; perimetrazione delle aree a rischio sulla base della sovrapposizione degli elementi in precedenza citati.*

Considerato il carattere emergenziale del decreto legge, la “*perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato*” si è basata su alcuni dei tematismi previsti nel disciplinare tecnico del Piano Stralcio Difesa Frane, già in corso di redazione a scala 1:25.000, evitando inutili sovrapposizioni ed attribuendo al piano previsto dal D.L. 180/98 e successive integrazioni, il significato di un piano preliminare che, nell’individuare le zone a rischio più elevato, ponesse le basi per i successivi approfondimenti.

In tale ottica si è proceduto a svolgere le seguenti attività:

- *Concertazione con tutti gli Enti presenti sul territorio;*
- *Acquisizione di tutti gli elementi necessari c/o Enti pubblici e privati;*
- *Omogeneizzazione della documentazione e degli studi in possesso dell’Autorità di Bacino;*
- *Definizione della metodologia di lavoro per l’individuazione del rischio idrogeologico molto elevato;*
- *Studi e analisi di foto aeree;*
- *Sopralluoghi;*
- *Elaborazione (a scala 1:25.000) della cartografia tematica [Carta dei dissesti relativi ai dati in possesso dell’Autorità di Bacino e/o segnalati dagli Enti Territoriali, Carta inventario dei fenomeni franosi, Carta geolitologica (elaborato preliminare), Carta della intensità dei fenomeni franosi in funzione delle massime velocità attese, Carta degli insediamenti urbani e delle infrastrutture, Carta*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

dei vincoli e dei parchi nazionali e regionali, Carta della vulnerabilità segnalata del tessuto urbano ed infrastrutturale, Carta delle aree a rischio di frana molto elevato];

- *Messa a punto di uno schedario frane;*
- *Individuazione dei vincoli esistenti sul territorio;*
- *Elaborazione misure di Salvaguardia;*
- *Definizione programma per la mitigazione del rischio;*
- *Programma degli Interventi.*

Successivamente alla approvazione del *Piano Straordinario* da parte del Comitato Istituzionale (seduta del 27/10/99) e alla pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n° 275 del 23/11/99, *l’Emergenza Cervinara/San Martino Valle Caudina (15, 16 e 17 dicembre 1999)* ha comportato ulteriori attività da parte dell’Autorità di Bacino, quali la elaborazione di studi specifici in scala 1:5.000 (geologia, geomorfologia, idrologia, idraulica, idrogeologia, insediamenti urbani, infrastrutture, vincoli), propedeutici all’individuazione degli scenari di rischio a scala di dettaglio (come riportato nell’*All.2.1*).

Contestualmente a tali attività si è proseguito nella concertazione con gli Enti, nella verifica del Piano Straordinario, nell’espletamento delle attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2 L. 365/2000) e nello svolgimento degli studi per la elaborazione del Piano Stralcio frane. Alcune delle attività realizzate ed avviate si inquadrano nel “*Programma di mitigazione del rischio*”.

L’attività di concertazione, avviata e sviluppata, è stata proseguita fornendo supporto tecnico agli Enti territoriali per:

- la verifica di quanto individuato e perimetrato con il *Piano Straordinario*;
- la verifica delle segnalazioni relative ad evidenze di fenomeni di dissesto;
- la illustrazione del processo operativo e metodologico in corso per la redazione del *Piano Stralcio Frane*;



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- la valutazione dei progetti nonché degli strumenti urbanistici per la formulazione dei relativi pareri;
- le conferenze di servizi indette dalle Amministrazioni ricadenti nei bacini di competenza dell’Autorità.

L’attività di verifica del Piano Straordinario ha comportato lo sviluppo di una azione complessa, sia in termini tecnici che amministrativi. Si è, infatti, proceduto ad una verifica ed eventuale ripermimetrazione, con conseguenti variazioni al Piano Straordinario (proseguendo in un iter procedurale di approvazione definito dal D.L. 180/98, L. 267/98 e L. 226/99). Contestualmente, sono state individuate e perimetrare nuove aree a rischio e di attenzione da assoggettare a misure di salvaguardia (in base all’iter procedurale definito dalla L. 183/89 e dalla L. 365/2000).

L’attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2 L. 365/2000), è stata svolta in relazione a quanto dettato dall’art. 2 della L. 365/2000, in base al quale *“le Regioni, d’intesa con le Province, con la collaborazione degli uffici dei Provveditorati alle Opere Pubbliche, del Corpo Forestale dello Stato, dei Comuni, delle Comunità Montane, dei Consorzi di Bonifica, le Strutture Commissariali, effettuano una “attività straordinaria di sorveglianza e ricognizione lungo i corsi d’acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali, attraverso sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare maggiore pericolo, incombente e potenziale, per le persone e le cose ed a identificare gli interventi di manutenzione più urgenti”.*

Nel rispetto della normativa ed in relazione alle azioni svolte, l’Autorità di Bacino ha intrapreso una azione di coordinamento e supporto tecnico con i soggetti interessati, che si è differenziata in relazione alle richieste delle Regioni e delle conoscenze specifiche sul territorio.

Il programma sviluppato è stato predisposto d’intesa con le Regioni, attraverso riunioni ed incontri ai quali hanno preso, talora, parte gli altri soggetti pubblici e gli Enti locali interessati.

Per l’acquisizione degli elementi necessari, è stata predisposta apposita scheda, sono stati individuati alcuni bacini campione sui quali tarare le attività programmate ed è stata fornita agli Enti tutta la documentazione disponibile.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Per quanto riguarda, infine, il *Piano Stralcio Rischio Frane*, il processo intrapreso ha consentito di valorizzare costantemente le risultanze delle attività in precedenza descritte che hanno concorso all'analisi di tutti gli aspetti fisici ed antropici di interesse (*geologia, geomorfologia, fenomeni franosi, idrogeologia, idraulica, insediamenti urbani ed infrastrutturali, danno, vincoli, emergenze ambientali, storico, archeologiche ed architettoniche*). L'insieme delle conoscenze acquisite, delle analisi e delle elaborazioni effettuate, si è concretizzata nella redazione (a scala 1 : 25.000) di:

- *Carta degli elementi sui Dissesti segnalati o forniti dagli Enti territoriali (contenente Schede dissesti e Schede Comuni)*
- *Carta Geologico-Strutturale*
- *Carta Geomorfologica*
- *Carta dei depositi di copertura*
- *Carta Inventario dei Fenomeni Franosi*
- *Schedario Fenomeni franosi*
- *Carta del Vincolo Idrogeologico e dei Parchi Nazionali e Regionali (L. n. 3267/23, L. n. 394/96)*
- *Carta dei Vincoli Ambientali e Culturali (L. n. 1089/39, L. n. 1497/39, L. n. 431/85)*
- *Carta della zonazione degli Insediamenti Urbani*
- *Carta dei Detrattori Ambientali e delle Infrastrutture*
- *Carta del Danno potenziale e delle Strutture molto vulnerabili (contenente Schedario)*
- *Carta dei Danni Segnalati dagli Enti territoriali (contenente Schedario)*
- *Carta degli Scenari di Franosità in funzione della Massima Intensità Attesa*
- *Carta degli scenari di rischio.*

Nell'ambito degli studi svolti e illustrati nei capitoli successivi, occorre sottolineare che tutti i dati trasmessi ed acquisiti dagli Enti Territoriali, relativi ai dissesti e ai danni presenti sul territorio, hanno costituito utili elementi per la costruzione del *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico* essendo confluiti,



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

dopo verifica da parte dell’Autorità, in elaborati specifici, quali la “*Carta degli elementi sui Dissesti segnalati o forniti dagli Enti Territoriali*” (contenente *Schede dissesti e Schede Comuni*) e la “*Carta dei danni segnalati dagli Enti Territoriali*” (contenente *Schedario*).

Inoltre è stata sviluppata, anche nell’ambito della Conferenza Programmatica, un’intensa attività di concertazione e verifica con gli enti territoriali (*All. 2.2*).

I tematismi elaborati ed in precedenza elencati hanno consentito una perimetrazione omogenea e particolarmente significativa sull’intero territorio e rappresentano, nel contempo, un rilevante patrimonio per l’Autorità, ai fini dell’espletamento di tutte le attività di propria competenza (*Piano di Bacino, Piani Stralcio, uso e governo del territorio*).

In base al programma iniziale, i tematismi elaborati consentono, inoltre, di pervenire in tempi ristretti:

- alla zonazione sismica per la quale è stata stipulata un’intesa con il Servizio Sismico Nazionale e sono state avviate le relative attività;
- alla macrozonazione del territorio in aree omogenee, nell’ambito delle quali individuare aree campione per la messa a punto di modelli di evoluzione dei versanti, su base essenzialmente geologica-geomorfologica, da tarare e validare con indagini e studi di dettaglio (*All.2.3*);
- all’inserimento nel piano stralcio delle analisi in corso per le cavità sotterranee;
- alla costituzione della banca dati delle indagini geognostiche (di cui agli strumenti urbanistici) con relativa rappresentazione grafica.

Per queste azioni, ed in particolare per gli studi di dettaglio da condurre all’interno di aree critiche particolarmente significative, l’Autorità di Bacino ha individuato un processo specifico per il perseguimento degli obiettivi e l’iter attraverso il quale rendere prioritari “la difesa, l’uso ed il governo del sistema fisico”, con il coinvolgimento, a vari livelli, degli Enti interessati (Comunità Europea, Stato,



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Regioni ed Enti locali), *in ordine a quanto stabilito dal Programma di mitigazione del rischio, della programmazione comunitaria, nonché definito dal programma di sviluppo per il Mezzogiorno.*

Obiettivi questi ultimi fondamentali per una corretta politica di sviluppo che sia, tra l'altro, in grado di contestualizzare le funzioni ed i compiti che ogni Ente, per le proprie competenze, deve assumere ed assolvere in materia di uso e gestione del sistema territoriale.

A tal riguardo si osserva che l'Autorità, fin dall'inizio delle attività propedeutiche alla redazione del Piano, ha maturato il convincimento della necessità di rendere la propria struttura tecnica protagonista del governo del sistema fisico-ambientale. A tal fine ha sempre di più utilizzato la struttura operativa, integrata da docenti di comprovata esperienza e da collaboratori esterni.

Si è pervenuti, in tal modo, alla costituzione e formazione di un gruppo di lavoro che ha consentito di redigere un piano ad alta definizione tecnico - scientifico con metodologie innovative, con un elevato livello di efficienza, una rilevante economicità dell'azione amministrativa (dato il notevole risparmio conseguito nelle fasi di esecuzione) ed una efficienza complessiva del sistema di gran lunga superiore rispetto a quella conseguibile, secondo una prassi precedentemente sperimentata, orientata all'affidamento esterno delle attività di indagine, studio ed elaborazione dei risultati acquisiti.

In merito, quest'Autorità di Bacino ha intrapreso un'attività specifica finalizzata alla redazione di studi specifici in aree campione basati su:

- *individuazione dei meccanismi di innesco,*
- *stima di massima dei volumi mobilizzabili;*
- *simulazione del moto in alveo del materiale mobilizzabile e della sua espansione.*

Gli studi hanno riguardato 35 ambiti del territorio dell'Autorità, sottesi da aree fortemente antropizzate, interessati da fenomeni franosi a carattere rapido classificabili come colate rapide di fango, debris-flow, crolli, flussi rapidi iperconcentrati, nonché fenomenologie non meglio inquadrabili nelle classificazioni scientifiche internazionali e qui definite fenomenologie miste.

Per tale programma è stata prevista l'estensione anche ad altre aree del bacino caratterizzate da alto rischio.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E FISIOGRAFICO

Il territorio di competenza dell’Autorità di Bacino si sviluppa prevalentemente nell’Italia centro-meridionale dal Tirreno all’Adriatico, per una superficie complessiva di circa 12.000 Km². Il territorio comprende parte delle vaste pianure costiere del Lazio e della Campania, nonché le valli intramontane e le dorsali montuose appenniniche che attraversano il Lazio, la Campania, l’Abruzzo ed il Molise. E’ solcato dai tre fiumi principali Liri, Garigliano e Volturno che, rispettivamente, danno origine ai bacini Liri-Garigliano e Volturno, al cui interno ricadono, totalmente o parzialmente, 11 province, 450 comuni, 32 territori di Comunità Montane e 17 territori di Consorzi di Bonifica (*Figg.3.1, 3.2, 3.3, 3.4*).

Le caratteristiche fisiografiche principali dei due bacini sono qui di seguito riassunte

3.1 Bacino del Liri - Garigliano

Il bacino del Liri-Garigliano si sviluppa in un’area ricadente nelle Regioni Lazio ed Abruzzo e, in minima parte, nella Regione Campania (7 Comuni).

Comprende 158 Comuni suddivisi tra 5 Province (Frosinone, Latina, Roma, Caserta, l’Aquila); la superficie complessiva è di oltre 5.124 km².

Il bacino presenta una forma sub-triangolare con i vertici posizionati all’estremità Nord, Ovest e Sud del territorio. La parte più settentrionale è costituita dai territori di bonifica del Fucino e lo spartiacque naturale, nella zona Nord, è ubicato sui monti dell’Appennino abruzzese.

Procedendo verso sud, il confine attraversa il Parco nazionale d’Abruzzo ed il sistema montuoso delle Mainarde, delimita il bacino del Volturno fino al massiccio di Roccamonfina, e poi si spinge fino al mare in territorio casertano.

Oltre la foce del Garigliano (in destra orografica del fiume), lo spartiacque attraversa successivamente da sud verso nord i monti Aurunci, Ausoni e Lepini, e termina in corrispondenza del vertice ad Ovest sui Colli Albani in provincia di Roma. Da qui cambia direzione puntando verso NE e richiudendosi su se stesso attraverso i monti Ernici ed i monti Simbruini.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Dal punto di vista idrografico si individuano tre importanti sub-bacini e precisamente il Fucino, il Liri-Garigliano ed il Sacco.

Il Bacino del Fucino, rappresentava, per estensione, il 3° lago d'Italia, dopo il lago di Garda e il Lago Maggiore; non essendo dotato di emissari, fu oggetto, a partire dal secolo scorso, di un'opera di bonifica (che non può dirsi ancora conclusa), necessaria per evitare i notevoli innalzamenti del pelo libero conseguenti ad eventi di piena. Attualmente il lago non esiste più ed è stata realizzata una rete di canali drenanti alimentata da piccoli corsi d'acqua naturali del bacino, la cui superficie ammonta a circa 900 kmq.

Il F. Liri nasce presso l'abitato di Cappadocia (provincia dell'Aquila), a quota 995 m.s.l.m., da un gruppo di sorgenti alimentate dal massiccio dei Monti Simbruini. L'alto bacino del Liri è costituito dalla cosiddetta Valle Roveto caratterizzata da una forma molto allungata compresa tra due spartiacque molto marcati: ad est i monti della Marsica ed a nord-ovest i Monti Simbruini.

A circa 52 km dalle sorgenti il Liri entra nella Piana della Conca di Sora, dove la pendenza diminuisce notevolmente. Qui il fiume divaga con evidenti meandri, in prossimità dell'abitato di Sora.

A valle della confluenza col Fibreno, il Liri forma le pittoresche cascate di Isola Liri, nei due rami che contornano l'abitato di Isola. Successivamente il Liri discende fino a Ceprano con alcuni salti naturali. Poco a monte di Ceprano riceve in destra l'Amaseno e, in prossimità di S. Giovanni Incarico, l'importante affluente Sacco. A valle di Pontecorvo inizia il basso corso del fiume che termina alla confluenza con il Gari. In questa zona la pendenza dell'asta principale è modesta in quanto, già a San Giovanni Incarico, l'alveo si trova a soli 60 m.s.l.m..

Il Liri prende, quindi, il nome di Garigliano, riceve ancora il Peccia, da sinistra, e dopo aver attraversato la stretta gola di Suio, sbuca nella piana di Sessa Aurunca e Minturno e sfocia dopo uno sviluppo totale di 164 km (asta Liri-Garigliano), costituendo il confine tra Campania e Lazio.

Il F. Sacco nasce presso Palestrina sopra Labico nei tufi dei monti laziali. Si snoda nella piana di Frosinone dove riceve in sinistra il Cosa, suo principale affluente, e presso San Giovanni Incarico, confluisce nel Liri. Il suo sub-bacino supera il 30% di tutto il bacino Liri-Garigliano e risulta maggiore di quello del Liri nella sezione di confluenza, se si esclude il contributo del Fucino.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Morfologia del Bacino

Dal punto di vista morfologico il bacino del Liri-Garigliano è costituito da due zone nettamente distinte: di forma quasi ellittica, a Nord del bacino del Fucino, e da due gruppi di rilievi montuosi, che si sviluppano linearmente secondo la direttrice NO-SE separati dalla valle del Sacco-Liri nella quale si snoda l'autostrada Napoli-Roma. Il primo di questi gruppi (quello più settentrionale) è costituito prevalentemente dai monti Ernici, mentre il secondo, caratterizzato da rilievi meno accentuati, rappresenta lo spartiacque (monti Aurunci, Ausoni e Lepini), separando la valle del Sacco-Liri dalla piana costiera dell'agro Pontino, posta al di fuori del bacino Liri-Garigliano. I due sistemi montuosi sono chiusi, a Sud, dal massiccio di Roccamonfina.

Il bacino del Liri-Garigliano presenta caratteristiche di acclività differenti che si susseguono con un certo ordine:

- fascia pianeggiante nella zona costiera, alla foce del fiume e nei fondovalle, con l'unica eccezione della Piana del Fucino posta a nord e circondata completamente da montagne;
- fascia collinare nella zona Centrale e di Nord-Ovest;
- fascia montana nella zona posta a Nord, Nord Est ed Est, comprese alcune modeste porzioni centrali di territorio.

La zona pianeggiante è caratterizzata da una pendenza media compresa tra lo 0-5% e il 5-10%. L'intervallo di acclività è riferito, essenzialmente, alla parte terminale del territorio, laddove la morfologia si presenta più piatta ed è caratterizzata da rilievi di dimensioni estremamente modeste (piccole colline).

Rientrano in questa zona tutte le valli dei fiumi che costituiscono il bacino stesso e, in particolare, la valle del Liri, costituita da depositi alluvionali, e la piana del Fucino, a Nord.

Una valutazione quantitativa delle zone pianeggianti non è agevole per l'estrema frammentazione delle porzioni di territorio caratterizzate da diverse acclività che, spesso, si susseguono su uno stesso versante; complessivamente l'estensione si aggira intorno al 18% dell'intera superficie del bacino.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

La zona collinare, con pendenza media tra il 10 ed il 35%, comprende tutte le fasce di passaggio tra la pianura ed i versanti quali i fianchi delle valli fluviali e le aree dove affiorano i depositi vulcanici e flyscioidi a prevalente componente argillosa, con pendii fortemente irregolari caratterizzati da ondulazioni piu' o meno accentuate.

La zona collinare ha un'estensione pari a circa il 38% dell'intero territorio e si individua essenzialmente nel settore Nord-Ovest, in prossimità dei laghi laziali. La zona in questione rappresenta la porzione del territorio piu' importante in quanto è la più densamente popolata e, nel contempo, la piu' ricca dal punto di vista agricolo.

La zona montuosa, infine, ha una pendenza media tra il 25-35% e raggruppa tutti i versanti che bordano il bacino nei settori Nord, Nord-Est ed Est, comprese le parti più alte della Valle del Liri.

Le acclività minori sono caratteristiche delle zone collinari dove affiorano facies arenacee dei complessi flyscioidi, mentre quelle più accentuate si riferiscono chiaramente alle zone montuose associate ai massicci carbonatici.

L'estensione complessiva di questa zona è di circa il 44% dell'intero territorio.

3.2 Bacino del Volturno

Il Volturno rappresenta il principale fiume dell'Italia meridionale, mentre a livello nazionale è il sesto per estensione di bacino (kmq 5930) e l'undicesimo per lunghezza (175 km).

Il bacino del Volturno si sviluppa su un'area ricadente principalmente nelle Regioni Campania e Molise e, in minima parte, nelle Regioni Abruzzo, Puglia e Lazio.

Nella parte piu' settentrionale, in territorio molisano, il bacino si estende fino alle pendici del M. Greco e del Parco Nazionale d'Abruzzo; verso SE attraversa il Massiccio del Matese, i Monti del Sannio fino ai M. della Daunia dove lambisce, in misura molto marginale, i territori del foggiano.

Nelle zone piu' meridionali il limite corre lungo i monti Picentini per poi risalire verso NO; superata la zona di Avellino, il confine si insinua nel massiccio isolato di Montevergine ed alle pendici di



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

quello del Taburno, per poi lambire l'abitato di Caserta e, cambiando direzione, proseguire verso ovest parallelamente al corso del Volturno attraverso la Piana Campana, fino alla foce nel Tirreno. Nel settore NO, infine, il limite del bacino coincide con quello del Liri-Garigliano e, attraversando i massicci del Monte Maggiore e del Roccamonfina, si rinchiude lungo il lato destro del Volturno delimitando anche il bacino chiuso del canale Agnena Savone.

Il bacino del Volturno risulta costituito dall'insieme di due grandi sub-bacini: il primo è relativo all'asta principale del Volturno, della lunghezza di 175 km, il secondo è quello del fiume Calore, lungo ben 132 km. Lo spartiacque naturale tra i due sub-bacini si sviluppa secondo una direttrice N-S, a partire dal massiccio del Matese, ed attraverso la piana di Amorosi fino al Monte Taburno.

Il Volturno nasce dai Monti della Mentuccia alle propaggini orientali del gruppo orografico delle Mainarde, attraversa la piana di Venafro, ricevendo le acque del Mandra-Cavaliere, del Rio S. Bartolomeo e di altri affluenti minori, prosegue tra i gruppi Matese e del Monte Maggiore, e riceve poi da sinistra le acque del fiume Calore, suo principale affluente.

Quest'ultimo nasce dai monti Picentini scorre da sud verso nord fino alla confluenza con l'Ufita e prosegue, in direzione ovest, ricevendo quasi contemporaneamente da destra le acque del F. Tammaro e, da sinistra, le acque del F. Sabato.

Arricchitosi delle acque del Calore, il Volturno defluisce verso sud-ovest e, superate le strette dei monti Tifatini, sbocca nella vasta pianura costiera nella quale bagna Capua per, poi, scorrere snodandosi in ampi meandri e costeggiando i centri abitati di S. Maria La Fossa, Grazzanise, Canello Arnone.

Gli affluenti minori del Volturno e del Calore, se si escludono il Sabato e il Tammaro che, per lunghezza, estensione di bacino e portate smaltite, devono intendersi come altrettante aste principali, possono spesso considerarsi corsi d'acqua a carattere torrentizio con accentuate magre estive e piene invernali, costituendo nell'insieme una rete drenante particolarmente fitta, che, in continua evoluzione, offre un importante contributo anche se, talora, marcatamente stagionale.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Morfologia del bacino

In tutto il bacino del Volturno i rilievi collinari e montani prevalgono nettamente sulle aree pianeggianti, nelle quali si sviluppa un'intensa attività agricola, industriale e commerciale.

Le zone pianeggianti sono caratterizzate da terreni alluvionali e depositi vulcanici piroclastici, intorno a Venafro e più a sud fino alla confluenza con il Calore, lungo il fiume Ufita alla confluenza con il torrente Fiumarella, nella piana di Benevento e dalla confluenza con il Calore fino al mare. Le quote in queste zone sono comprese tra i 50 e 100 m.s.l.m.; le pendenze risultano inferiori al 10%. Complessivamente l'estensione si aggira intorno al 24% della intera superficie del bacino.

Le zone collinari sono caratterizzate da una morfologia più articolata condizionata fortemente dai litotipi flyscioidi quali le argille e le arenarie. In particolare le aree a maggiore componente argillosa sono presenti sopra la piana di Isernia, nella parte nord-occidentale del bacino, lungo la valle del Fiume Tammaro, del Fiume Ufita e nell'alta valle del Fiume Calore. Le quote sono comprese tra 400 e 600 m.s.l.m. e le pendenze sono inferiori al 20%.

Le zone dove si rinvencono litotipi a prevalenza arenacea sono molto estese e diffuse nel bacino, sopra Isernia, nei sottobacini del Tammaro, dell'Ufita e del Calore. Le quote sono comprese generalmente tra i 400 e 600 m.s.l.m.; le pendenze variano fra il 20% e il 40%; l'estensione di questa zona è di circa il 44% della intera superficie del bacino.

Le zone montuose, infine, sono costituite dai complessi carbonatici presenti nel Molise, ai confini del bacino (Le Mainarde e Monte Caiello), nella zona centrale (zona Matese, Taburno e Camposauro), nelle zone orientali (Sannio) ed, infine, nell'area del Monte Terminio e Cervialto.

Queste aree, che corrispondono a circa il 32% della superficie del bacino, si sviluppano tra 800 e 1000 m.s.l.m.; le pendenze superano generalmente il 40%.

(Figg.3.1, 3.2, 3.3, 3.4).



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4. IL RISCHIO DI FRANA

4.1 Generalità

La valutazione del rischio di frana in aree di rilevante estensione presenta non poche difficoltà per vari ordini di motivi: la eterogeneità, spaziale e temporale, del contesto geo-ambientale nel quale i fenomeni franosi hanno sede e la diversificazione degli approcci metodologici per lo studio di questi ultimi; l'articolazione dei tessuti urbani ed infrastrutturali esposti al rischio di frana e la necessità di comprendere la logica che ne sottintende lo sviluppo, spesso caotico ed irrazionale; la molteplicità di proposte metodologiche sulla valutazione del rischio alla quale concorrono numerosi fattori molto spesso di difficile reperimento; la improrogabile necessità di delineare uno scenario del rischio con il medesimo grado di approfondimento su tutto il territorio, al fine di scongiurare il pericolo di una informazione disomogenea le cui conseguenze potrebbero essere peggiori dell'assenza di informazioni.

Con riferimento alla intrinseca complessità dei fenomeni franosi si osserva 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. D'altra parte le modalità di innesco e di evoluzione dell'evento-frana dipendono da una molteplicità di elementi quali i fattori predisponenti, le cause innescanti e gli interventi antropici il cui ruolo si estrinseca su scale spaziali e temporali estremamente diverse tra loro.

La complessità dell' "universo frane" si traduce, innanzitutto, in una molteplicità di classifiche disponibili per l'inquadramento di tali fenomenologie e, all'interno di ciascuna classifica, in un'ampia varietà di casi. A titolo di esempio, la classifica proposta da Carrara et al. (1978) comprende circa 100 tipologie di frane diverse, essenzialmente suddivise sulla base dei caratteri cinematici del fenomeno. Per fortuna, nell'ambito delle diverse classifiche non è raro ritrovare l'utilizzo degli stessi termini per indicare fenomenologie sostanzialmente analoghe.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Volendo procedere ad una selezione delle classifiche proposte, il Progetto Finalizzato “Conservazione del Suolo”, Sottoprogetto “Fenomeni Franosi”, suggerisce di adottare la classificazione proposta da Varnes (1978), della quale Carrara et al. (1978), anticipando una tendenza attualmente consolidata, ne hanno fornita la traduzione.

Anche nell’ambito della redazione del *Piano Stralcio*, la classifica in questione è stata ritenuta la più efficace e, pertanto, ad essa si è fatto riferimento, pur essendosi rese necessarie alcune integrazioni per la peculiarità degli obiettivi della L.183/89.

Per quanto riguarda lo studio dei fenomeni franosi si osserva che le finalità perseguite possono essere molteplici e riguardare la messa a punto di modelli di evoluzione dei versanti a scala geologica, la definizione, su basi fisico-meccaniche, dei cinematismi che governano i processi di instabilità, la valutazione del rischio a piccola e grande scala, l’individuazione di metodologie progettuali per gli interventi di stabilizzazione, etc.

A seconda delle finalità perseguite sono privilegiati aspetti di geologia, geomorfologia, geotecnica etc., che si differenziano per la diversa scala, spaziale e temporale, con cui viene condotto lo studio. In alcuni casi l’attenzione è rivolta alla genesi ed all’evoluzione dei fenomeni franosi su scala territoriale, in altri gli studi si concentrano sul meccanismo della fenomenologia. Appartengono prevalentemente al primo tipo gli studi a carattere geologico, mentre ricadono generalmente nella seconda categoria quelli di tipo ingegneristico.

Entrambi gli approcci presentano vantaggi e svantaggi. Nel primo caso sono delineati i fattori predisponenti e le cause innescanti i movimenti franosi, ma mancano dati oggettivi in grado di sostanziare le ipotesi formulate; nel secondo, le conoscenze estremamente dettagliate sul singolo evento non risultano di grande utilità in ambiti arealmente più estesi rispetto a quello di studio.

Un’alternativa agli studi settoriali è offerta dagli approcci di tipo interdisciplinare che tendono a fare confluire in un unico schema le risultanze delle analisi geologiche e di quelle squisitamente ingegneristiche. Un esame, anche non esaustivo, della letteratura degli anni più recenti (ISL, 1984; 1988;



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

1992) evidenzia il crescente numero dei gruppi di ricerca che tendono ad analizzare organicamente ed unitariamente i molteplici fattori che condizionano la franosità (Brand, 1988; Cascini et al, 1992; 1994).

Gli esempi citati mettono in luce la grande potenzialità di un approccio marcatamente interdisciplinare in quanto il concorso, ragionato e coordinato, di più settori disciplinari favorisce la comprensione di una problematica particolarmente complessa, quale è quella della franosità in area vasta, e può, nel contempo, consentire una valutazione del rischio sempre più accurata ed aderente alla realtà oltre che la individuazione di interventi di stabilizzazione realmente efficaci ed economicamente sostenibili.

Il panorama estremamente variegato delle metodologie, oltre che delle finalità degli studi sui fenomeni franosi, si ripercuote inevitabilmente sulle modalità di valutazione del rischio, come ampiamente testimoniato dalla letteratura sull'argomento.

Nella valutazione del rischio rientrano, infatti, molteplici fattori che sono finalizzati, da una parte, alla descrizione dell'evento franoso e, dall'altra, degli elementi esposti. Le principali differenze tra le modalità di valutazione del rischio risiedono essenzialmente nei criteri adottati per descrivere e quantificare tali fattori. Ad esempio l'intensità di un fenomeno franoso può essere identificata con le conseguenze prodotte dall'evento (DRM 1988 e 1990), con la sua velocità (Hungry, 1981; Cruden e Varnes, 1994) o con la dimensione del volume mobilitato (Fell, 1984).

Ovviamente la scelta dell'approccio più idoneo è subordinata alla disponibilità dei dati di base che concorrono a definire le varie componenti del rischio o alla concreta possibilità di una loro adeguata acquisizione. Quest'ultima è, a sua volta, legata allo svolgimento di indagini e studi oltre che alla fattiva collaborazione degli Enti preposti alla gestione del territorio. Tale collaborazione risulta non sempre proficua anche se è assolutamente indispensabile per la individuazione degli elementi esposti e della loro vulnerabilità oltre che per la comprensione della evoluzione del tessuto urbano ed infrastrutturale che, in una ottica di corretta gestione del territorio, deve essere compatibile con le caratteristiche del sistema fisico nel quale ha sede.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Sulla base delle precedenti considerazioni si è ritenuto opportuno svolgere, all'interno dell'Autorità di Bacino, studi sistematici in molteplici ambiti disciplinari che hanno sempre privilegiato l'acquisizione del dato di base in misura omogenea sul territorio e che hanno tenuto nel debito conto i dati, in verità esigui, forniti dalle Autorità competenti.

Gli studi in questione sono stati finalizzati alla definizione ottimale della geologia di dettaglio e delle coperture, delle frane, degli ambiti morfologici e dell'antropico, con l'obiettivo primario rappresentato dalla classificazione del rischio.

A tal riguardo si deve sottolineare che le procedure adottate, per quanto semplificate, hanno consentito di definire scenari di rischio attendibili che rappresentano un primo importante tassello del più ampio processo che si pone come fine la quantificazione del rischio. Un rilevante ed ulteriore impulso in tal senso potrà essere fornito dagli studi di base sin qui svolti che sono stati elaborati e strutturati in modo da rappresentare l'indispensabile punto di partenza per la messa a punto di modelli integrati di franosità che, per quanto in precedenza detto, possono contribuire in misura sostanziale ad una più approfondita definizione del rischio e, quindi, alla identificazione di interventi di stabilizzazione che siano realmente efficaci ed economicamente sostenibili.

Ovviamente tali obiettivi possono essere perseguiti soltanto se si dispone di risorse economiche adeguate, di scadenze temporali non eccessivamente ravvicinate, di un reale concorso da parte di quanti hanno responsabilità (dirette ed indirette) nella gestione del territorio e sempreché gli studi vengano proseguiti con lo slancio e con l'approccio metodologico che hanno, fino ad ora, caratterizzato le attività svolte.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.2 La Geologia

4.2.1 Premessa

Una analisi del territorio, rivolta all'individuazione del rischio di frana, non può prescindere dalla litologia e dall'assetto stratigrafico e strutturale delle formazioni geologiche sulle quali si sviluppano i movimenti franosi, soprattutto in un territorio vasto ed articolato quale è quello dei Bacini Liri-Garigliano e Volturno (circa 12.000 kmq). Si è, pertanto, svolto un ampio studio geologico, restituito alla scala 1:25.000, che si è basato su dati bibliografici ufficiali e dati inediti, selezionati da ricerche e lavori condotti direttamente dall'Autorità in alcuni settori ricadenti nel Bacino del Volturno, nonché su dati lito-stratigrafici e strutturali raccolti nel corso dei sopralluoghi svolti per la redazione del Piano Straordinario.

L'analisi geologica è stata rivolta principalmente alla individuazione degli indicatori geologici più significativi della franosità e si è concretizzata nella redazione della “*Carta geologico-strutturale*” e nella “*Carta dei depositi di copertura*”. La redazione della Cartografia geologica ha tenuto conto di uno schema metodologico e procedurale più generale che, oltre a conservare le informazioni della geologia di base, si integra con le elaborazioni tematiche aggiuntive (geomorfologia, idrogeologia, geotecnica, idraulica ecc.) concorrendo all'analisi integrata della franosità del territorio ed alla definizione del rischio.

La finalità della “*Carta Geologico-strutturale*”, in scala 1:25.000 è quella di illustrare le caratteristiche e le relative relazioni geometriche delle unità stratigrafico-strutturali del substrato e le principali lineazioni tettoniche presenti sul territorio al fine di stabilire il controllo che questi fattori geologici esercitano direttamente sui fenomeni di instabilità. Nella Carta vengono, inoltre, segnalate la natura litologica delle coperture detritiche sciolte di maggiore spessore e sviluppo areale.

La “*Carta dei depositi di copertura*”, anch'essa redatta in scala 1:25.000, privilegia la descrizione e rappresentazione dei terreni che generalmente costituiscono le coperture sciolte del Quaternario, che, essendo diffuse nei primi metri del sottosuolo, sono fortemente interessate dall'attività antropica e, quindi, frequentemente coinvolte da eventi franosi superficiali, rapidi e di primo distacco. I depositi sono



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

stati distinti sulla base della loro genesi, tessitura e spessore e comprendono anche i suoli e paleosuoli, intercalati e /o sovrapposti ai depositi detritici.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.2.2 *Assetto geologico-strutturale e Carta geologico-strutturale*

Le numerose vicissitudini tettoniche, nel modificare e stravolgere localmente gli originari rapporti geometrici esistenti tra le unità geologiche presenti nell'Appennino centro-meridionale, hanno impresso alle rocce evidenti deformazioni che si concretizzano in pieghe e pieghe-faglie, ed in un intreccio di superfici di discontinuità, da correlare a sistemi di faglie, fratture, e in alcuni casi ad accavallamenti tettonici. Queste condizioni hanno generato nella roccia uno stato di alterazione molto spinto che è stato ulteriormente esaltato dall'azione degli agenti meteorici, attraverso complessi processi di degradazione di tipo fisico-chimico. Questi processi hanno contribuito, almeno nelle porzioni più superficiali dei versanti e/o nelle aree morfologiche più depresse, alla formazione di consistenti coperture detritiche, detritico-colluviali e detritico-alluvionali.

L'insieme dei caratteri litologici, strutturali e morfologici costituiscono, pertanto, un coacervo di fattori predisponenti i fenomeni franosi, che in tutte le loro differenti articolazioni risultano direttamente controllati sia dei terreni più superficiali (terreni di copertura) e sia da quelli che costituiscono il substrato.

Per l'importanza di tali fattori l'analisi geologica del territorio, oltre all'individuazione delle principali unità stratigrafiche, è stata rivolta anche alla definizione dei rapporti geometrici esistenti tra loro.

Assetto strutturale

La catena appenninica è una complessa struttura a coltri di ricoprimento derivanti dallo scollamento e raccorciamento delle coperture sedimentarie di domini paleogeografici appartenenti al margine settentrionale della placca africano-padana, trasportati verso l'avampese padano-adriatico-ionico, a partire dall'Oligocene superiore (D'Argenio et al., 1986; Patacca e Scandone, 1989).

Nella catena appenninica è possibile distinguere due strutture arcuate principali: l'Arco Appenninico settentrionale e l'Arco Appenninico meridionale, caratterizzati da stili di deformazione, entità di raccorciamento e di rotazione differenti (Patacca et al, 1990). I due archi si congiungono in



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

corrispondenza della linea Ortona-Roccamonfina, che rappresenta uno svincolo trasversale con movimento trascorrente destro.

Nell'ambito dell'Arco appenninico settentrionale è possibile distinguere due settori con stili di deformazione differente: l'Appennino centrale e l'arco Appenninico meridionale. Nel primo settore rientra gran parte del Bacino del Liri-Garigliano, che presenta uno stile tettonico con “thrust sheets” imbricati in sequenze di tipo “piggy back”.

Il secondo settore, nel quale rientra il Bacino del Volturno e la porzione sud-orientale del bacino del Liri-Garigliano, presenta uno stile tettonico dato da un “sistema duplex”, nel quale un complesso di “thrust sheets” carbonatici, derivanti dalla deformazione dell'avampaese apulo, è sepolto al di sotto di una serie di coltri di provenienza interna (Mostardini e Merlini, 1986; Casero et al., 1988; Patacca et al., 1993).

L'assetto strutturale del tratto di catena appenninica che rientra nei bacini dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno è reso più complesso dall'enucleazione di “thrusts fuori sequenza”, con formazione di archi di ordine minore.

In questo settore della catena appenninica si distinguono le seguenti unità stratigrafico-strutturali, che si differenziano per la collocazione paleogeografica e la evoluzione geodinamica:

- L'Unità Sicilide, derivante dalla deformazione di un dominio bacinale interno rispetto alla piattaforma campano-lucana.
- L'Unità dei M.ti Lepini-Ausoni-Aurunci (bacino dei Fiumi Liri-Garigliano) e l'Unità del M. Taburno-M.ti di Caserta-M.ti di Avella-M. Cervialto (Bacino del F.Volturno), derivanti dalla deformazione del dominio paleogeografico della Piattaforma campano-lucana (D'Argenio et al., 1973).
- L'Unità dei M.ti Simbruini-Ernici-Marsica occidentale (bacino dei Fiumi Liri-Garigliano) e l'Unità del Matese-Monte Maggiore (bacino del F.Volturno), derivante dalla deformazione del dominio paleogeografico della Piattaforma abruzzese-campana (D'Argenio et al., 1973).



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- L'Unità del Gran Sasso-M.Genzana (bacino dei Fiumi Liri-Garigliano) derivante dalla deformazione di un dominio bacinale interposto tra la piattaforma abruzzese-camapana e la piattaforma della Maiella.
- L'Unità di Frosolone, l'Unità del Fortore e le Unità lagonegresi derivanti dalla deformazione del bacino lagonegrese-molisano.
- L'Unità della Montagna Grande (bacino dei Fiumi Liri-Garigliano), derivante dalla deformazione del margine interno della piattaforma della Maiella (Patacca et al., 1991).
- L'Unità Daunia (bacino del F.Volturno), derivante dalla deformazione del margine interno della piattaforma apula.

Per quanto riguarda l'assetto strutturale del tratto di catena appenninica ricadente nel bacino dei fiumi Liri-Garigliano, nel settore occidentale affiorano estesamente successioni mesozoiche appartenenti all'Unità dei M.ti Lepini-Ausoni-Aurunci, che ricoprono tettonicamente le successioni mesozoico-terziarie dell'Unità dei M.ti Simbruini-Ernici-Marsica occidentale, queste ultime in ampio affioramento nel settore centro-orientale del bacino. Nel settore orientale del bacino le successioni mesozoico-terziarie dell'Unità della Montagna Grande ricoprono tettonicamente successioni mesozoico-terziarie dell'Unità del Gran Sasso-Monte Genzana.

La struttura del tratto di catena appenninica che ricade nel bacino del Volturno, nelle aree a nord del fiume Calore, comprende le successioni mesozoiche dell'Unità del M.Taburno-M.ti di Caserta-M.ti di Avella-M.Terminio che ricoprono tettonicamente le successioni mesozoico-terziarie dell'Unità del Matese-M.Maggiore. Su queste ultime si rinvengono successioni mesozoico-terziarie dell'Unità lagonegrese, che nei settori esterni della catena ricopre tettonicamente le successioni mesozoico-terziarie dell'Unità del Fortore. In queste aree l'Unità del Fortore si rinviene in coltre sulle successioni terziarie dell'Unità Daunia.

Sulle coltri di ricoprimento, sia nel bacino del Liri-Garigliano che in quello del Volturno, si rinvengono, in contatto stratigrafico discordante, depositi di riempimento di bacini impostati sulle coltri stesse ("thrust sheets top basins").



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

La diffusione areale delle varie unità prima segnalate è visualizzata nella *Carta geologico-strutturale*, le cui caratteristiche salienti sono qui di seguito illustrate.

Carta Geologico-strutturale

La Carta geologico-strutturale *in scala 1:25.000* è stata redatta tenendo presente le indicazioni metodologiche del *Quaderno, Serie III Vol.I, 1992* edita dal Servizio Geologico Nazionale. Le unità sono state riunite secondo il criterio genetico (depositi continentali, depositi vulcanici, e depositi marini), il criterio crono-stratigrafico ed il criterio della posizione strutturale.

Depositi continentali

Rientrano in questo gruppo i depositi di origine sedimentaria, marini e continentali, che ricoprono le unità tettoniche costituenti la catena appenninica e che sono stati suddivisi in:

- *depositi sabbiosi fini o limosi delle spiagge e delle dune costiere affioranti nelle aree costiere comprese tra la foce del Volturno e quella del Garigliano.*
- *depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati, costituiti da ghiaie, sabbie e conglomerati, da sciolti a cementati.*
- *depositi lacustri olocenici, in genere costituiti da limi torbosi con intercalazioni sabbiose o di prodotti vulcanici e depositi lacustri pleistocenici costituiti da argille sabbiose lignitifere con intercalazioni tuffitiche e da conglomerati poligenici a matrice sabbiosa, cementati e stratificati.*
- *travertini da litoidi a poco coerenti.*
- *detriti di falda, costituiti da ghiaie e ciottoli spigolosi, immersi in matrice sabbiosa.*
- *depositi di coperture eluviali e colluviali.*
- *depositi argillosi di riempimento di doline e campi carsici.*
- *depositi morenici, ghiaioso-ciottolosi.*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Depositi di origine vulcanica

Nei bacini del Liri-Garigliano e del Volturno si rinvencono i prodotti relativi a quattro centri vulcanici che, da nord a sud, sono rappresentati dai vulcani laziali (0.02-0.6 Ma.), dal vulcanismo della Media Valle Latina (vulcanismo ernico, 0.11-0.7 Ma.), dal vulcano di Roccamonfina (0.3-1.5 Ma), dai Campi Flegrei (Ignimbrite Campana, 0.03 Ma.) e dell'apparato del Somma-Vesuvio (0.02Ma) . In particolare nel bacino del Liri-Garigliano si rinvencono i prodotti vulcanici relativi ai primi tre centri vulcanici, mentre nel bacino del Volturno si rinvencono i prodotti del vulcano di Roccamonfina e dei Campi Flegrei. Inoltre, nel settore irpino del Bacino del Volturno sono presenti, intercalati ai depositi di copertura del substrato, livelli di prodotti piroclastici riconducibili all'attività del centro vulcanico del Somma-Vesuvio.

Nell'ambito dei depositi di origine vulcanica si distinguono:

- *piroclastiti idromagmatiche, rappresentate da materiali piroclastici prevalentemente incoerenti, con lapilli, scorie, cineriti, da tufi compatti contenenti frammenti litici.*
- *piroclastiti da flusso, rappresentati da tufi prevalentemente coerenti (Tufo Grigio Campano nel bacino del Volturno).*
- *piroclastiti da caduta, rappresentate da depositi incoerenti a granulometria variabile (ceneri, pomici, scorie, lapilli, ecc.).*
- *colate di lava.*

Depositi marini

Nell'ambito dei depositi marini sono stati distinti i depositi terrigeni del Miocene superiore-Pliocene che poggiano con contatto stratigrafico discordante sulle unità costituenti le coltri e le coltri medesime.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Depositi discordanti sulle Coltri di ricoprimento

Si tratta di depositi di ambiente continentale costiero e depositi di mare basso, che rappresentano il riempimento di bacini impostati sulle coltri. In particolare si riconoscono tre cicli di sedimentazione.

I depositi del primo ciclo di sedimentazione, di età Tortonian superiore-Messiniano, sono rappresentati da argille sabbiose grigie con sottili intercalazioni di siltiti argillose e da argille e marne argillose grigio-verdi con fossili marini (Ciclo di Villamaina nel bacino del Volturno e cicli discordanti affioranti tra Penitro e Formia nel bacino del Liri-Garigliano), e da depositi conglomeratici passanti verso l'alto ad arenarie arcosico-litiche, da grossolane a fini, che evolvono gradualmente a siltiti e marne (ciclo di San Bartolomeo, bacino del Volturno).

I depositi del secondo ciclo, di età Messiniano p.p.-Pliocene inferiore p.p., sono costituiti da arenarie arcosico-litiche, mal cementate, in banchi, con intercalazioni di livelli argillosi, sabbiosi e conglomeratici (Ciclo di Altavilla, bacino del Volturno), oppure da conglomerati poligenici con intercalazioni di livelli argillosi, di calcareniti e di arenarie (cicli discordanti affioranti tra Penitro e Formia, nel bacino del Liri-Garigliano).

I depositi del terzo ciclo di sedimentazione sono rappresentati da successioni del Pliocene inferiore p.p.-Pliocene medio, costituite alla base da argille marnose e siltose a stratificazione sottile con lenti sabbiose. Queste passano a sabbie medie e fini, ben classate, e ad arenarie, in strati da medi a spessi, talora amalgamati con livelli di conglomerati poligenici e di depositi argilloso-sabbiosi. La successione si chiude con conglomerati poligenici, clasto sostenuti, con livelli lenticolari di sabbie e peliti (ciclo di Ariano, bacino del Volturno).

Unità delle coltri di ricoprimento

Unità Sicilide

Comprende successioni bacinali mesozoico terziarie, costituite da argilliti varicolori con intercalazioni di risedimenti carbonatici (calcareniti e calcilutiti), a stratificazione da media a sottile. Le successioni sicilidi mostrano in genere assetto caotico e si rinvencono in lembi di limitata estensione, in contatto tettonico sull'Unità dei M.ti Lepini-Ausoni-Aurunci.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Unità della Piattaforma campano-lucana (Unità dei M.ti Lepini-Ausoni-Aurunci, Unità del M.Taburno-M.ti di Caserta-M.ti di Avella-M.Terminio), ed Unità della Piattaforma abruzzese-campana (Unità dei M.ti Simbruini-Ernici-Marsica occidentale, Unità Matese-Monte Maggiore)

Queste due Unità paleogeografiche comprendono potenti successioni di ambiente di piattaforma carbonatica, costituite alla base da dolomie stromatolitiche e calcari dolomitici in strati e banchi di età Trias superiore-Giurassico inferiore p.p. (Lias). A questi segue una potente serie, ben stratificata, di calcareniti e calcilutiti con rudiste di età Giurassico-Cretaceo .

La successione dell'Unità dei M.ti Simbruini-Ernici-Marsica occidentale e dell' Unità Matese-Monte Maggiore, a differenza di quella dell' Unità dei M.ti Lepini-Ausoni-Aurunci e dell'Unità del M.Taburno-M.ti di Caserta-M.ti di Avella-M.Terminio presenta un orizzonte bauxitico discontinuo, tra l'Albiano superiore e il Turoniano/Coniaciano.

Inoltre, solo in queste ultime unità, sulla serie mesozoica poggiano, con contatto stratigrafico paraconforme, biocalcareni mal stratificate di ambiente di rampa del Burdigaliano superiore-Langhiano (Formazione di Cusano), cui seguono calcilutiti nodulari e marne ed argille grige ricche in foraminiferi planctonici, di ambiente di rampa distale, di età Serravalliano-Tortoniano inferiore (Formazione di Longano). La successione si chiude con depositi flisciodi rappresentati da argille siltose con intercalazioni, sempre più frequenti nella parte alta della successione, di arenarie arcose litiche torbiditiche in strati da sottili a medi, di età Tortoniano superiore (Flysch di Pietraroia).

Sull'Unità dei M.ti Simbruini-Ernici-Marsica occidentale e sull'Unità Matese-Monte Maggiore poggiano, con contatto stratigrafico discordante, brecce calcaree poligeniche mal stratificate ed arenarie arcose-litiche, da fini a grossolane, in strati da medi a spessi o in bancate decametriche, con intercalazioni di olistostromi di argille varicolori, di età Messiniano inferiore (Flysch della Val Roveto e Formazione di Caiazzo).

L'Unità dei M.ti Simbruini-Ernici-Marsica occidentale e l' Unità Matese-Monte Maggiore comprendono successioni di ambiente di scarpata affioranti nei Monti di Venafro e nel Matese nord-occidentale, costituite alla base da brecce biolitoclastiche massive, mal stratificate, del Dogger-Cretaceo



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

inferiore. Queste passano a calcareniti e calcilutiti torbiditiche, a stratificazione sottile con intercalazioni di argilliti silicee rosse e di diaspri varicolori del Cretaceo p.p.. A queste seguono calciruditi e calcareniti biolitoclastiche con intercalazioni di argille e di marne rosse, del Cretaceo superiore-Eocene. La successione prosegue con marne verdi con sottili intercalazioni di calcareniti torbiditiche e biocalcareni ben stratificate dell'Oligocene-Miocene inferiore. Queste passano a calcareniti torbiditiche bioclastiche evolventi a marne nodulari. La successione si chiude con i depositi del Flysch di Pietraroia.

Unità di Frosolone

Comprende successioni bacinali di età Giurassico p.p.-Miocene superiore, deposte nei settori settentrionali del bacino lagonegrese-molisano, largamente affioranti nel settore molisano del bacino del Volturno.

La successione è costituita, alla base, da breccie calcaree e calcareniti dolomitizzate, massive, mal stratificate del Dogger (Dolomie di Pesche e di Carpinone). A queste seguono breccie calcaree poligeniche in spesse bancate, con intercalati livelli di marne verdi (Formazione di Indiprete), passanti a diaspri varicolori con sottili intercalazioni di calcareniti torbiditiche e di argilliti silicee rosse (Formazione di Monte Coppe), di età Cretaceo superiore p.p.. Seguono calcareniti torbiditiche con liste di selce e calciruditi litobioclastiche in strati e banchi con intercalazioni di argille e marne rosse e verdi (Formazione di Coste Chiavarine, Formazione di Calvello, Calcari cristallini, Calcari saccaroidi) di età Cretaceo superiore p.p.-Eocene. Queste passano a marne verdi con sottili intercalazioni di calcareniti torbiditiche (Formazione di Macchiagodena, Formazione della Montagnola) di età Aquitaniano-Burdigaliano. La successione prosegue con calciruditi e calcareniti biolitoclastiche con intercalazioni marnose del Langhiano p.p.-Serravalliano, evolventi a calcari marnosi e marne del Tortoniano superiore. Seguono depositi fliscioidi costituiti da marne ed argille siltose con frequenti intercalazioni di arenarie arcosico-litiche torbiditiche, a stratificazione da media a sottile, di età Tortoniano superiore-Messiniano inferiore. La successione si chiude con depositi da “wild flysch”, rappresentati da arenarie arcosico-litiche grossolane, massive, mal cementate, con sottili intercalazioni di argille siltose e, nella parte alta, di



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

un livello caotico a blocchi di calcari di piattaforma, di età Messiniano inferiore (Flysch di Agnone, Flysch di S.Elena, Flysch di San Massimo).

Nell' ambito di queste successioni bacinali si verificano, di frequente, variazioni laterali di facies; in generale il rapporto peliti/carbonati è estremamente variabile con prevalenza a carattere locale di uno dei due termini.

Unità lagonegresi

L'unità comprende successioni di ambiente bacinale di età compresa tra il Cretaceo ed il Miocene medio, riferibili al margine interno del bacino lagonegrese-molisano ed ampiamente affioranti nei Monti del Sannio. Queste successioni sono costituite alla base da marne silicifere, calcari marnosi ed argilliti silicee grige con intercalazioni di calcareniti torbiditiche silicizzate, di età Cretaceo inferiore (Flysch Galestrino Auct.). Seguono alternanze di calcareniti e calcilutiti con liste e noduli di selce, a stratificazione sottile, e di argilliti silicee rosse, con sottili intercalazioni di diaspri varicolori, di età Cretaceo superiore p.p. (Formazione di Monte Coppe e Formazione di Coste Chiavarine). Queste passano a calciruditi debritiche e calcareniti torbiditiche con intercalazioni di argille e marne rosse e verdi, del Paleocene p.p.-Eocene medio p.p. (Formazione di Monte Calvello). La successione prosegue con biocalcareni ben stratificate evolventi a marne rosse e grigio-verdi, con sottili intercalazioni di calcareniti torbiditiche e di livelli tufitici dell'Eocene superiore-Miocene inferiore (Formazione di Morcone). La successione si chiude con quarzoareniti numidiche talora mal cementate, in strati e banchi, con sottili intercalazioni di argille e marne siltose, del Burdigaliano p.p. (Flysch Numidico Auct.).

Anche nell' ambito di queste successioni bacinali si verificano di frequente variazioni laterali di facies; in generale il rapporto peliti/carbonati è estremamente variabile con prevalenza a carattere locale di uno dei due termini.

Unità del Gran Sasso-Monte Genzano

Comprende successioni di ambiente bacinale di età Giurassico superiore-Miocene medio, costituite alla base da alternanze di calcareniti torbiditiche e di calcilutiti bianche con liste di selce (Maiolica) del Giurassico superiore p.p- Cretaceo inferiore p.p.. A queste seguono calciruditi biolitoclastiche, in strati e



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

banchi alternanti a marne e calcari marnosi verdi (Calcari a Rudiste, Marne a Fucoidi) di età Cretaceo superiore. Queste passano a calcilutiti con liste di selce e a marne rosse con intercalazioni più o meno spesse di calcareniti torbiditiche bioclastiche, di età Cretaceo superiore-Eocene (Scaglia). La successione si chiude con biocalcareniti a stratificazione sottile passanti verso l'alto a marne verdi glauconitiche, di età Burdigaliano superiore-Langhiano.

Unità del Fortore

Questa unità comprende successioni bacinali di età Cretaceo superiore-Miocene inferiore, sedimentate nei settori assiali del bacino lagonegrese-molisano, affioranti nei Monti del Sannio e nel settore sud-orientale del bacino del Volturno.

La successione è costituita alla base da marne, marne argillose ed argille varicolori con intercalazioni di calcareniti e calcilutiti torbiditiche a stratificazione sottile (Argille Varicolori). Queste passano lateralmente e verticalmente a calcilutiti e marne biancastre con intercalazioni di calcareniti torbiditiche e di argille marnose grigie (Formazione di Corleto Perticara). L'età di questi depositi è il Cretaceo superiore-Oligocene. Seguono arenarie arcoseo-litiche, ricche in frammenti vulcanoclastici, in strati e banchi, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche e di argille e marne verdi, di età Aquitaniano-Burdigaliano (Tufiti di Tusa).

Nell'ambito di questa successione bacinale si verificano di frequente variazioni laterali di facies; in generale il rapporto peliti/carbonati è estremamente variabile con prevalenza a carattere locale di uno dei due termini.

Unità della Montagna Grande

Comprende successioni di età Trias superiore-Messiniano superiore, costituite alla base da depositi di ambiente di piattaforma carbonatica rappresentati da dolomie in strati e banchi del Trias superiore (Dolomie di Castelmannfrino) che passano a calcari dolomitizzati (Calcare massiccio) e biocalcareniti ben stratificate del Giurassico inferiore (Calcareniti a Paleodasycladus). La successione evolve, quindi, a depositi di scarpata e di bacino rappresentati da calciruditi e calcareniti biolitoclastiche, mal stratificate



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

nei livelli basali, con intercalazioni di argille e marne del Giurassico p.p.-Paleocene p.p. (Formazione della Terratta, Calcari cristallini o Calcari saccaroidi). Seguono alternanze di calcareniti torbiditiche e di argille e marne rosse del Paleocene superiore-Oligocene p.p. (Scaglia bianca e rossa, Formazione di Monte Acquaviva p.p., Formazione di Santo Spirito p.p.), passanti a calcareniti torbiditiche bioclastiche ben stratificate del Langhiano-Serravalliano. A questi seguono calcari marnosi, marne arenacee e marne tripolacee straterellate del Tortoniano-Messiniano. La successione si chiude con depositi fliscioidi costituiti da alternanze di arenarie torbiditiche, gessoareniti, argille e marne siltose del Messiniano superiore (Flysch di Anversa degli Abruzzi).

Unita' Dauna

E' costituita da depositi di ambiente di scarpata e di bacino di età Oligocene superiore/Burdigaliano-Messiniano inferiore. La successione presenta alla base argille e marne rosse con intercalazioni di calcareniti e calcilutiti torbiditiche e, nella parte alta, di sottili livelli di quarzoareniti, di età Oligocene superiore/Burdigaliano-Langhiano. A queste seguono calcareniti bioclastiche torbiditiche ben stratificate con intercalazioni di marne verdi (Langhiano). Seguono marne e calcari marnosi con sottili intercalazioni calcitorbiditiche del Serravalliano-Tortoniano (Formazione di Faeto). La successione si chiude con argille e marne siltose con sottili intercalazioni di arenarie fini torbiditiche del Messiniano inferiore (Formazione di Treste, Formazione di Toppo Capuana).



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.2.3 Le coperture di versante e la Carta dei depositi di copertura

Lo studio delle coperture ha riguardato i depositi detritici, alluvionali, eluviali, colluviali e piroclastici, recenti e attuali compresi tra il Pleistocene e l'Olocene.

Sui versanti, a substrato carbonatico e terrigeno, questi depositi possono costituire ricoprimenti essenzialmente sciolti di spessore variabile. Nei settori alla base dei versanti e di piana, gli accumuli, ed in particolare quelli connessi a fenomeni di trasporto in massa, rivestono particolare interesse per l'individuazione di settori di versante ove si sono realizzati, in un recente passato, fenomeni franosi.

I depositi di copertura sono stati distinti utilizzando essenzialmente criteri di carattere litologico e genetico.

Il criterio litologico è stato utilizzato, operando distinzioni tra depositi sciolti e depositi cementati; nei primi si è operata una ulteriore differenziazione sulla base dell'assortimento granulometrico.

Il criterio genetico ha consentito di tenere separati i **vari** depositi detritici, anche con caratteri granulometrici molto simili, sulla base della stretta dipendenza dalla locale conformazione morfologica del versante e dai processi di erosione, trasporto ed accumulo intervenuti.

Le coperture contenenti livelli piroclastici con pomice da caduta e/o rimaneggiate, spesso pedogenizzate o con lenti di paleosuoli intercalati a terreni detritici, sono state cartografate separatamente dalle coltri detritiche di altra natura, con lo scopo di valutare il controllo che tali differenti coperture hanno sui processi di instabilità che si generano sui versanti.

A livello procedurale e metodologico, essendo il territorio molto esteso e dotato di contesti geologici molto differenti tra loro, si è ritenuto opportuno individuare nel territorio aree all'interno delle quali si possono riconoscere tematismi litostratigrafici e strutturali che risultano omogenei alla scala di rappresentazione (1:25.000).

Pertanto si sono individuate:

- le aree dei rilievi carbonatici con coperture detritico-colluviali a prevalente componente piroclastica.
- le aree dei rilievi carbonatici con coperture detritico-colluviali a scarsa componente piroclastica.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- le aree dei rilievi carbonatici con coperture detritiche e detritico-colluviali prive di componente piroclastica.
- le aree dei rilievi collinari-montani con coperture detritico-colluviali, a prevalente componente piroclastica, pedogenizzate e poggianti su substrato costituito da litologie miste ed a prevalente componente argillosa (successioni fliscioidi).
- le aree dei rilievi collinari-montani con coperture detritico-colluviali prive di componente piroclastica, pedogenizzate e poggianti su substrato costituito da litologie miste ed a prevalente componente argillosa (successioni fliscioidi)
- le aree degli apparati vulcanici e delle zone pianeggianti e subpianeggianti limitrofe.

La diffusione dei depositi di copertura presenti in dette aree è visualizzata nella *Carta dei depositi di copertura* che è qui di seguito illustrata.

La Carta dei depositi di copertura

La redazione della carta ha preso l'avvio dalla cartografia geologico-strutturale che individua il tipo di substrato e i suoi rapporti stratigrafici e strutturali nonché alcuni dei depositi di copertura tra cui le principali formazioni piroclastiche, detritiche ed alluvionali recenti, pleistoceniche ed oloceniche.

La Carta è stata redatta *in scala 1:25.000 redatta tenendo presente le indicazioni metodologiche del Quaderno, Serie III Vol.I, 1992 edita dal Servizio Geologico Nazionale.*

La cartografia è stata sviluppata sulla base dell'aereofotointerpretazione integrata da controlli a campione sul terreno, con particolare riguardo per le aree urbane e quelle di infrastrutturate. Sono, altresì, stati considerati tutti gli elementi desumibili dagli studi geologici redatti a supporto dei P.R.G., di altre pianificazioni o progettazioni, e quant'altro comprendente indagini geognostiche e cartografie tematiche.

Il lavoro è stato condotto parallelamente allo sviluppo dell'analisi geomorfologica che ha mirato all'individuazione delle forme del rilievo e, in particolare, a quelle legate a processi deposizionali



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

(depositi di frana, falde e coni detritici, conoidi alluvionali, detritico-alluvionali, etc.), ai quali corrispondono specifici depositi di copertura.

Le carte redatte, dapprima manualmente, hanno, quindi, subito un processo di digitalizzazione per consentirne una rapida riproduzione e una successiva implementazione nel GIS dell’Autorità.

Al fine di una migliore comprensione dei processi che controllano l’evoluzione dei versanti e, soprattutto, il fenomeno franoso nella carta sono indicate, oltre i depositi di copertura anche i complessi litologici del substrato.

Per i depositi di copertura particolare rilievo è stato dato ad i depositi sciolti generati dai processi vulcanici presenti sui versanti, anche se, a luoghi, frammisti ad altri tipi di depositi detritici.

I complessi litologici del substrato comprendono le unità stratigrafiche indicate nella carta geologico-strutturali raggruppate in base alle analoghe caratteristiche litostratigrafiche e analogo comportamento omogeneo d’insieme nei confronti della stabilità dei versanti, pur appartenenti a successioni di età ed origine diversa..

I depositi di copertura ed i complessi del substrato presenti nella legenda della carta, sono distinti in:

Depositi di copertura

Le caratteristiche salienti dei depositi di copertura cartografati, possono così riassumersi:

Depositi di frana

Questi depositi, dovuti ad accumulo per frana, sono distinti in base alle caratteristiche litologiche delle coperture di versante o delle rocce del substrato stesso. In particolare sono individuati:

- accumuli di frana costituiti da depositi caotici a granulometria prevalentemente fine, di natura argilloso-marnosa, con subordinata componente clastica (cumuli di frana di tipo colata lenta, scorrimento rotazionale-colata, scorrimenti, colata rapida in argilla);



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- accumuli di frana costituiti da depositi caotici a granulometria prevalentemente fine, di natura piroclastica, con subordinata componente clastica (cumuli di frana tipo colata rapida di fango);
- accumuli di frana costituiti da depositi a prevalente componente clastica eterometrica, anche grossolana connessi a fenomeni di Colata rapida detritica

Gli accumuli clastici dovuti a fenomeni di frana da crollo sono stati conglobati nei depositi di accumulo detritico.

Depositi detritici e detritico-colluviali

Nell'ambito di questi depositi, prodotti dai processi di disgregazione ed accumulo delle rocce del substrato, è operata una distinzione preliminare tra depositi sciolti e depositi cementati, generalmente antichi Pleistocenici ed Pliocenici. Sulla base dell'assortimento granulometrico e della natura litologica, i depositi sciolti sono stati distinti in:

- Depositi a prevalente componente clastica con subordinata matrice fine generalmente rinvenibili come falde e talus detritici di base versante e base scarpata, riempimenti di vallette, coperture diffuse di versante con substrato litoide fortemente fratturato ed alterato, depositi di frana da crollo, distinguendo quei depositi che sebbene simili ai precedenti per meccanismo genetico ed ambiente di deposizione, presentano al loro interno termini di natura piroclastica.
- Depositi a granulometria medio fine con subordinata percentuale di frazione clastica generalmente costituenti talus colluviali, riempimenti di vallette di colluvionamento, lobi di geliflusso, aree in creep. Sono stati distinti quei depositi simili ai precedenti per genesi ed ambiente ma con presenza di termini di natura piroclastica.
- Breccie calcaree clinostratificate accumulate in corpi di falda detritica o di cono detritico.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Depositi alluvionali e di conoidi

Sono compresi i depositi di riempimento delle aree di piana alluvionale e i corpi di accumulo in forma di conoide legati a processi deposizionali da detritico-alluvionali a colluviali.

– Depositi alluvionali

Tra i depositi alluvionali sono stati distinti quelli della piana alluvionale attuale e i depositi terrazzati:

- I depositi alluvionali più diffusi sono rappresentati da terreni sciolti di riempimento dei fondovalle attuali, costituiti da ghiaie, sabbie e limi. In relazione alla vicinanza di centri eruttivi, nei depositi possono essere compresi, più o meno abbondanti, termini di natura piroclastica.
- Comprendono depositi alluvionali recenti ed antichi terrazzati, localmente cementati, con variabile grado di addensamento comprendenti, come i precedenti, termini ghiaiosi, sabbiosi e limosi; anche questi depositi, in relazione alla vicinanza dei centri eruttivi, possono comprendere, più o meno abbondanti, termini di natura piroclastica.

– Depositi di conoide alluvionale (fluviale o torrentizia), detritico-alluvionale, fluvio-glaciale e colluviale:

Sono depositi generalmente sciolti distinti sulla base dell'assortimento granulometrico e della natura litologica se di origine piroclastica. Sono stati inoltre, distinti i depositi cementati generalmente antichi Pleistocenici ed Pliocenici:

- Depositi di conoide alluvionale (fluviale o torrentizia), detritico-alluvionale, fluvio-glaciale da ghiaiosi a sabbiosi con subordinate frazioni fini. Sono stati distinti quei depositi simili ai precedenti per genesi ed ambiente ma con presenza di termini di natura piroclastica.
- Depositi sciolti di conoide colluviale, da sabbiosi a limosi. Sono stati distinti quei depositi simili ai precedenti per genesi ed ambiente ma con presenza di termini di natura piroclastica.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- Depositi di antiche conoidi alluvionali, detritico-alluvionale e fluvio-glaciali, parzialmente o del tutto cementate, sovente costituiti da brecce grossolanamente stratificate a vario grado di cementazione.

Depositi lacustri e fluvio-lacustri, colmate di piana

Tra questi depositi sono stati distinti quelli dei bacini attuali e recenti da quelli antichi.

- Depositi delle piane lacustri e degli ambienti di transizione fluvio-lacustri attuali e recenti, argillosi, limosi e subordinatamente sabbiosi con intercalazioni di depositi clastici e, a luoghi, con intercalazioni travertinose. In relazione alla vicinanza di centri eruttivi, possono comprendere, più o meno abbondanti, termini di natura piroclastica.
- Depositi terrazzati di ambiente lacustre e fluvio-lacustre di transizione, a variabile grado di addensamento, argillosi, marnosi e limosi, subordinatamente sabbiosi, alternati o in successione con depositi clastici e, a luoghi, con intercalazioni travertinose. Anche questi depositi, in relazione alla vicinanza di centri eruttivi, possono comprendere, più o meno abbondanti, termini di natura piroclastica.

Depositi di spiaggia e duna costiera

Sono compresi i depositi della spiaggia attuale e della duna costiera costituiti da depositi sabbiosi generalmente sciolti e solo localmente più addensati .

Travertini

Tra i depositi di natura travertinosa sono stati distinti quelli prevalentemente sciolti da quelli cementati.

- Depositi travertinosi sciolti a variabile grado d'addensamento essenzialmente sabbiosi e sabbioso-limosi
- Depositi di travertino a variabile grado di cementazione in giacitura massiva e stratificata.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Depositi morenici

Sono compresi in questa unità i depositi di ambiente glaciale connessi quindi a particolari cicli climatici le cui condizioni caratteristiche sono attualmente presenti solo in limitati settori di alta montagna. I depositi caratteristici dell'azione di erosione e trasporto glaciale presentano struttura caotica o stratoide con matrice a granulometria medio fine e abbondante frazione clastica eterometrica. Depositi antichi possono risultare talvolta parzialmente cementati.

Depositi di riempimento delle piane carsiche

I processi di dissoluzione carsica e gli effetti della tettonica, hanno determinato la formazione di forme depresse, in posizione rilevata sulle dorsali carbonatiche il cui riempimento risulta costituito da terre rosse residuali a granulometria da limosa a sabbiosa con intercalazioni detritiche e, settorialmente, di natura vulcanoclastica.

Vulcaniti

Sono compresi tutti i depositi vulcanici, inclusi quelli che costituiscono l'edificio degli apparati eruttivi interni al bacino quali il Roccamonfina, alcuni centri dei Colli Albani e i centri eruttivi della Media valle Latina nonché i depositi di centri esterni quali quelli dell' "Ignimbrite campana" e i depositi da lancio di alcuni dei cicli eruttivi del Vesuvio. In relazione alle differenti caratteristiche litologiche sono state distinte le lave, le vulcanoclastiti cementate e le vulcanoclastiti sciolte.

- Rocce laviche con variabili condizioni di fratturazione
- Tufi da coerenti a semicoerenti
- Piroclastiti sciolte - Sono stati cartografati in questa sottounità tutti depositi piroclastici sciolti che costituiscono in parte gli edifici vulcanici dell'area o si rinvengono, in appoggio, su depositi del substrato sedimentario o su altri depositi vulcanici litoidi. Le piroclastiti sciolte a copertura dei versanti carbonatici costituiscono successioni stratificate di depositi di cenere, a grana medio fine, con limitate intercalazioni di depositi pomicei di spessore generalmente contenuto e variabile fino a



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

valori medi dell'ordine di un paio di metri. Sui versanti a substrato terrigeno questi depositi risultano meno diffusi per il probabile dilavamento dai versanti stessi ad opera delle acque ruscellanti. Sui versanti carbonatici, in settori periferici rispetto alle aree di diffusione dei prodotti eruttivi, si rinvengono coperture essenzialmente alterate e pedogenizzate, di modesto spessore, che derivano da processi di degradazione e pedogenizzazione dei depositi piroclastici stessi e che sono state distinte all'interno della sottounità.

Complessi del substrato

Si sono distinti quattro differenti complessi, le cui caratteristiche sono:

Complesso calcareo-dolomitico

Biocalcareni e biocalciliti, dolomie stromatolitiche, dolomie e calcari dolomitici in strati e banchi. Il complesso comprende successioni potenti da varie centinaia di metri al migliaio di metri, con struttura ordinata ed omogenea, ed a comportamento d'insieme fragile.

Complesso conglomeratico-sabbioso- argilloso

Conglomerati poligenici più o meno cementati sia massivi che stratificati, con livelli lenticolari di sabbie ed argille; sabbie da fini a grossolane, intercalate a livelli conglomeratici ed argillosi. Il complesso comprende successioni potenti varie centinaia di metri, con struttura ordinata ed omogenea, ed a comportamento d'insieme duttile.

Complesso argilloso-arenaceo e argilloso-marnoso-calcareo

Argille siltose con intercalazioni di siltiti ed arenarie a stratificazione sottile; alternanze di arenarie arcoseo-litiche in strati da medi a spessi e di argille siltose, talora inglobanti olistoliti di piattaforma ed olistostromi di argille varicolori; argilliti varicolori, più o meno silicee, e marne rosse e verdi con intercalazioni di diaspri e di calcitorbiditi a grana medio fine, in strati da medi a sottili.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Il complesso è rappresentato da successioni ordinate ed eterogenee potenti da varie decine di metri a qualche centinaia di metri, il comportamento d'insieme è misto (duttile o fragile).

Complesso marnoso-argilloso-carcareo

Argille varicolori e marne con intercalazioni calcitorbiditiche a stratificazione media e sottile; marne calcaree silicizzate con intercalazioni calcitorbiditiche e di argilliti silicee. Il complesso è rappresentato da successioni potenti alcune centinaia di metri con assetto caotico e comprensive di associazioni di litologie a comportamento geotecnico complesso.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.3 Le frane

4.3.1 Premessa

I fenomeni franosi presenti all'interno del territorio dell'Autorità di Bacino sono caratterizzati da una molteplicità di tipologie per la diversificazione delle condizioni geolitologiche e morfoevolutive dei versanti. Se a questa caratteristica di fondo si aggiunge il diverso grado di “leggibilità morfologica”, strettamente connesso all'evoluzione più o meno intensa dei versanti, ne deriva che i fenomeni franosi risultano di complessa identificazione ed interpretazione.

L'inventario dei fenomeni franosi, con un dettaglio utile per la definizione del rischio di frana, ha richiesto, pertanto, il ricorso a criteri e metodi innovativi in grado, tra l'altro, di interpretare in maniera omogenea le caratteristiche morfologiche di un territorio particolarmente vasto, condizione questa indispensabile per un riconoscimento completo dei fenomeni franosi.

I criteri in questione, già sperimentati in alcune zone dell'Appennino meridionale, partono dal presupposto che i fenomeni franosi hanno una distribuzione spaziale non casuale, rappresentando una fase della naturale evoluzione dei versanti, e che le crisi di franosità, avvenute nel corso delle ultime migliaia di anni, hanno determinato la sovrapposizione di frane di differente estensione areale e di diversa età morfologica.

Le caratteristiche salienti dei criteri adottati sono nel seguito discusse, dopo una preliminare descrizione della classificazione adottata per l'inquadramento dei fenomeni franosi presenti all'interno del territorio di interesse.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.3.2 Classificazione dei tipi di movimento

A partire dalla classificazione di Varnes del 1978, alla quale si è fatto riferimento per le motivazioni esposte nel par. 4.1, è stata elaborata una nuova, anche se altrettanto semplice, classificazione delle fenomenologie al fine di rendere la “*Carta inventario dei fenomeni franosi*” di maggiore utilità per la redazione delle altre carte tematiche oltre che più rispondente, nel complesso, agli scopi previsti dalla legge 183/89.

Nella classificazione adottata, le diverse tipologie franose distinte da D.J. Varnes sono state riaggregate nei gruppi qui di seguito descritti.

Gruppo 1

Frane di crollo e ribaltamento

Sono fenomeni tipici delle scarpate morfologiche con forte acclività; molto diffusi nelle successioni lapidee, si rinvergono frequentemente anche in terreni sciolti o poco cementati. Il distacco è improvviso e lo spostamento dei materiali avviene in caduta libera nel vuoto.

Versanti soggetti a frane di crollo e di colata rapida di detrito

Sono versanti o tratti di versante con morfologia particolarmente sfavorevole in cui le frane di crollo e/o di colata rapida di detrito non sono distinguibili singolarmente e le zone di transito-accumulo dei materiali franati sono coalescenti.

Gruppo 2

Frane di flusso rapido

In tale gruppo sono stati riuniti tutti i fenomeni di flusso rapido, (colate rapide di fango, colate di detrito e colate rapide in terreni argillo-marnosi) caratterizzati da distacco improvviso. Il movimento della massa mobilizzata avviene lungo depressioni morfologiche ben definite, canali ed impluvi incisi su



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

versanti, con acclività da media ad elevata, e tende ad invadere le zone di raccordo morfologico situate alla base dei versanti, fino ai tratti pianeggianti. I caratteri salienti di ogni singola tipologia possono così riassumersi:

Colata rapida di fango

Sono fenomeni caratterizzati dalla mobilitazione 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 flyscioide lungo versanti a bassa evoluzione morfologica. Dopo il distacco i materiali 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 a 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.

Colata rapida di detrito

Sono fenomeni riscontrabili in ambienti morfologici fortemente accidentati ed in litologie carbonatiche, 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 mobilizzato fortemente imbibito d'acqua, tende ad invadere le zone di raccordo morfologico con i tratti pianeggianti, dove sono presenti le aree di conoide.

Colata rapida in terreni argillo-marnosi

Sono fenomeni tipici delle aree di affioramento di depositi ad elevata componente argilloso-marnosa o argillosa, all'interno dei quali si registra il progressivo allentamento meccanico 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.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Gruppo 3

Frane di scorrimento e colata lenta-colamento

In questo gruppo sono stati inseriti gli scorrimenti rotazionali e traslativi ed i colamenti. A tal proposito si precisa che nel caso di frane complesse del tipo scorrimento-colata, quando si tratta di fenomenologie con evoluzione priva di discontinuità temporale, la simbologia adottata è data dalla sommatoria delle singole tipologie. Le principali caratteristiche di tali fenomeni possono così sintetizzarsi:

Scorrimento traslativo

Sono fenomeni tipici di successioni ben stratificate con strati in giacitura ordinata con litotipi a diversa competenza. Le discontinuità sono orientate a franapoggio con inclinazione minore del versante; il movimento avviene lungo discontinuità preesistenti, talora favorito dalla presenza di litologie a comportamento duttile; non mancano esempi di frane in sequenze a comportamento rigido, dove le superfici di origine tettonica si sovrappongono alla stratificazione.

Scorrimento rotazionale

Sono frane con aspetto morfologico tipico, caratterizzato da una sagoma concava sede di una netta contropendenza del cumulo di frana, spesso associate alla evoluzione a colata lenta del materiale mobilizzato. Si riscontrano sia in litologie miste di terreni a comportamento geotecnico complesso sia in presenza di sequenze 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 decametrica; tali dissesti sono caratteristici di successioni con componente argilloso-marnoso significativa.

Frane complesse



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Sono definite “complesse” le frane in cui è riconoscibile la sovrapposizione o la coesistenza di due o più tipi di movimento nel sistema nicchia-cumulo. Sono molto frequenti gli esempi di scorrimento rotazionale con evoluzione a colata lenta del cumulo di frana.

Gruppo 4

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

In questo gruppo sono stati inseriti gli altri movimenti di massa cartografati, incluse alcune tipologie di norma non considerate frane in senso stretto, per le quali sono qui di seguito riportati alcuni brevi cenni di commento.

Espansione laterale di pendio

In tal modo sono state cartografate le tipologie così definite da Varnes (1978), anche se tali dissesti sono pochi diffusi nell'area considerata.

Questi movimenti sono stati riscontrati spesso in presenza di successioni a comportamento rigido sovrapposte a litologie a prevalente componente argilloso-marnosa.

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 dello stato di attività.

Le situazioni più caratteristiche si manifestano in concomitanza di sovrapposizioni di successione a comportamento fragile su successioni a comportamento duttile, ma non mancano i casi di deformazioni in atto nelle successioni lapidee.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Creep in depositi di concavità morfologica

Comprendono i movimenti che si sviluppano in prevalenza nelle coltri di copertura e in alcuni accumuli detritico-eluvio-colluviali di concavità morfologica, nei quali 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 delle stesse in profondità

La legenda è completata da alcuni simboli, quali *orlo di scarpata morfologica*, *orlo di scarpata fluviale*, *trincea*, *frattura beante*, che intendono rappresentare elementi morfologici di tipo lineare, indicatori di una instabilità potenziale. E' questo, per esempio, il caso degli orli di scarpata in corrispondenza dei quali sono possibili distacchi puntuali a causa della elevata acclività del sito o per lo stato di allentamento meccanico della roccia, condizione quest'ultima evidenziata dalla presenza di fratture e trincee.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.3.3 Individuazione e perimetrazione

I criteri generalmente utilizzati per la individuazione e perimetrazione dei fenomeni franosi sono quelli noti nella letteratura relativa alla stesura di cartografie tematiche sulla franosità avvenuta.

Con la metodologia innovativa adottata si è ritenuto di dover favorire una piu' completa integrazione con la distribuzione degli elementi morfologici nei singoli tratti di rilievo considerati. A tal fine, nella fase di raccolta dei dati, sono state discriminate le informazioni utili per ottenere:

- il riconoscimento delle zone soggette a fenomeni franosi;
- la definizione del tipo di movimento del fenomeno franoso;
- la definizione del perimetro dell'area interessata dal movimento;
- la discriminazione delle riattivazioni avvenute dopo il primo distacco;
- il trasferimento delle informazioni su base topografica in scala 1 : 25.000;
- la definizione e perimetrazione, laddove possibile, delle aree contermini ad alcuni tipi di fenomeni per la individuazione delle zone sede di materiali che possono costituire alimentazione di ulteriori frane, della stessa tipologia di movimento, e delle aree di transito accumulo dei materiali franati, utilizzando criteri discriminanti di tipo morfologico e geologico-morfologico;
- la verifica della coerenza delle informazioni del dato di base "frana" con i principali elementi geomorfologici e geologici che concorrono alla definizione tecnica dell'evento.

In tal senso è utile ricordare che le condizioni morfoevolutive dell'area, nell'intorno del fenomeno, concorrono in modo determinante, unitamente ai caratteri geologici e litostratigrafici, allo sviluppo della frana, al tipo di movimento ed alla evoluzione della stessa nel tempo.

Un ulteriore miglioramento è stato raggiunto integrando gli indirizzi e le modalità di applicazione della metodologia adottata con la estesa sperimentazione avvenuta negli ultimi anni (Guida e Iaccarino, 1991; 1995; 1996), non escluse le fasi emergenziali che hanno interessato la Regione Campania nel '97, '98 e '99.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

La metodologia in questione, considera i fenomeni franosi come parte integrante della evoluzione morfologica dei singoli tratti del rilievo. Alcune considerazioni di base costituiscono la linea di indirizzo concettuale per la acquisizione dei dati sulla franosità avvenuta. In tal senso le frane di versante sono distribuite in modo non casuale nei singoli tratti di rilievo e sono fenomeni ricorrenti in funzione della sequenza morfoevolutiva tipica di quel settore di catena e di quei versanti. Inoltre, verificandosi nel tempo ripetute crisi di franosità nella stessa area, possono coesistere frane di diversa dimensione, di diversa tipologia e di differente cinematismo.

Conseguenza diretta di queste premesse è che le differenti condizioni delle frane avvenute comportano anche una “leggibilità morfologica” molto differenziata con un grado di riconoscibilità estremamente diverso.

Queste caratteristiche impongono l’esecuzione di una sequenza di operazioni secondo uno schema definito per la individuazione delle tipologie di frana dominanti e dei fenomeni franosi con scarsa leggibilità morfologica.

La sequenza “tipo” eseguita per la acquisizione delle informazioni di base è riconducibile alle seguenti operazioni:

- definizione delle caratteristiche morfologiche e morfoevolutive del tratto di rilievo collinare o collinare-montano di cui si effettua l’analisi;
- analisi da aereofoto stereoscopiche per il riconoscimento e posizionamento dei fenomeni franosi di normale “leggibilità morfologica”;
- analisi di dettaglio delle aereofoto per la individuazione specifica delle anomalie di versante utilizzati come indicatori morfologici dei fenomeni franosi con scarse evidenze morfologiche.

Le fasi di lavoro citate sono, quindi, improntate al continuo raffronto con le caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche dell’area esaminata. In genere la fase di individuazione dei fenomeni franosi si realizza con l’analisi di tratti di rilievo di estensione pari a 1-5 kmq ed il continuo confronto con



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

le aree di maggiore estensione (10-20 kmq) situate all'intorno, per ottenere l'eliminazione delle condizioni di "convergenza morfologica" presenti sui versanti.

L'utilizzazione di criteri di interpretazione delle aereofoto, integrati con gli elementi morfologici del rilievo, consente di individuare anche le condizioni morfologiche predisponenti l'insorgere di alcuni tipi di frane rapide come i crolli, le colate di detrito (debris flow) o le colate rapide.

I tipi di movimento citati si ricollegano ad alcune condizioni morfologiche tipiche e riconoscibili da aereofoto stereoscopiche, che consentono di individuare l'area di distacco. Per la definizione della zona di transito e di accumulo dei materiali di frana, sono utilizzabili le tracce morfologiche residue delle frane avvenute nel passato.

In questo senso il riconoscimento delle scarpate subverticali o degli appicchi rocciosi a cui si accompagnano i depositi detritici lungo il versante o al piede è elemento sufficiente per segnalare la possibilità di frane di crollo. La zona di transito-accumulo è, quindi, cartografata utilizzando un'area unificata per la irregolarità tipica della fase di rimbalzo e/o rotolìo.

Gli altri fenomeni di tipo rapido, che analogamente ai crolli si ripetono in modo endemico in taluni ambienti morfologici e litostratigrafici tipici, consentono la definizione di aree di alimentazione riconoscibili per la presenza di concavità morfologiche colmate da depositi colluviali, mentre le zone di transito sono definite da canali o depressioni minori lungo il pendio. Le zone di potenziale accumulo dei depositi di frana mobilizzati si riconducono, invece, agli apparati di conoide di origine detritico-fangosa cartografabili nella zona pedemontana o nelle valli interne.

Le frane cartografate e le aree situate in prossimità dei fenomeni di tipo rapido sono state riconosciute e cartografate sulla base dell'analisi di dettaglio del sito, incrociata con la lettura dei principali elementi morfologici "dedicati" alla franosità di versante. Il riconoscimento degli elementi citati e dei fenomeni franosi è stata, pertanto, condizionata dal grado di evidenza morfologica del singolo elemento, dalla scala delle aereofoto disponibili e dal loro potere di risoluzione, talora legato alla qualità della ripresa del "sito". Gli elementi identificati sono stati, quindi, trasferiti sulla base topografica in scala 1:25.000, ricondizionando gli stessi alla scala dell'elaborato cartografico. Sono stati segnalati i fenomeni



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

franosì con larghezza superiore a 50 metri e con lunghezza complessiva nicchia-cumulo di frana superiore a 100 metri.

Per quanto attiene lo stato di attività, per ciascuna tipologia di frana sono stati discriminati i fenomeni attivi, quiescenti ed inattivi, sulla base delle considerazioni comunemente accettate dalla comunità scientifica, utilizzando in prevalenza il criterio dell'aspetto morfologico degli elementi nicchia-canale-cumulo, integrato laddove possibile dalle informazioni o dati sperimentali raccolti da altri gruppi di lavoro nel corso di sopralluoghi, controlli, ecc. Solo in alcuni casi è stato possibile effettuare controlli mirati, che devono essere considerati un "campione" ristretto rispetto alla notevole estensione dell'area di competenza dell'Autorità di Bacino ed al numero di frane cartografate che supera le 15.000 unità.

Con riferimento alle altre tipologie di frane (scorrimenti, etc.) si sono adottati criteri molto prudenziali per l'attribuzione dello "stato di inattività", definendo inattive solo quelle fenomenologie che, per conoscenza diretta o acquisita, presentano condizioni morfoevolutive che fanno escludere una loro riattivazione in toto (ad esempio cumulo in gran parte sepolto da depositi alluvionali). Si sono, invece, considerati quiescenti i fenomeni che, per condizioni morfologiche del sito o dell'immediato intorno, possono essere soggetti a riattivazione in occasione di eventi particolarmente sfavorevoli.

Tralasciando, infine, la definizione dei fenomeni "attivi" e le considerazioni sul loro riconoscimento, comunemente accettate dagli operatori del settore, si sottolinea che ulteriori indicazioni al riguardo si sono desunte da controlli "a campione" del territorio e dal rilievo dei danni operato a cura dell'Autorità di Bacino.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.3.4 Intensità dei fenomeni franosi

Come discusso nel par. 4.6, la valutazione del rischio di frana scaturisce dal prodotto di alcuni fattori, ognuno dei quali è intimamente legato alla intensità del fenomeno franoso che in detta area può avere luogo. Una volta individuati e perimetrati i fenomeni franosi risulta, quindi, indispensabile classificarli in base alla loro intensità.

A tal riguardo si osserva che nella letteratura specializzata sono presenti numerose proposte che definiscono, in modo non univoco, l'intensità di un fenomeno franoso. Tra i vari esempi si ricordano: i criteri stabiliti per il PER (Piani di Esposizione al Rischio) dal DRM (Délégation aux Risques Majeurs) (1990), con i quali l'intensità viene classificata in base alle possibili conseguenze sulla incolumità umana o sui danni economici, la proposta di Cruden e Varnes (1994) che fanno corrispondere a ciascuna classe di velocità una classe di intensità e la proposta di Fell che mette in relazione l'intensità con il volume della massa spostata.

Nella redazione del *Piano Stralcio* si è ritenuto di privilegiare il criterio di Cruden e Varnes (1994), in quanto la classificazione della intensità in base alle velocità consente una più immediata definizione dei possibili effetti prodotti sugli elementi esposti dalle varie tipologie di frana, pur in assenza di alcuni importanti elementi di conoscenza, non acquisibili con i tempi e le risorse economiche disponibili. Per la consapevolezza del livello di conoscenze si è, in ogni caso, ritenuto opportuno operare una semplificazione del criterio in questione, riducendo a tre il numero delle classi di intensità come indicato nella *Tab. 4.1*.

Pur così definita, l'intensità non assume, tuttavia, valori univoci e facilmente determinabili, in quanto la velocità di un fenomeno franoso dipende da numerosi fattori quali, ad esempio, la storia geologica e geomorfologica del contesto nel quale esso ha sede, l'uso del suolo inteso in senso lato, la litologia e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni coinvolti, le cause che ne producono l'innescio, ecc.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Ne segue che per la medesima tipologia di frana, ed anche nell'ambito del medesimo movimento franoso, si possono avere velocità variabili nel tempo e nello spazio.

Non sussiste, viceversa, alcun dubbio sul fatto che tra tutte le velocità la più significativa, ai fini dell'osservanza della legge n.183/89, sia la massima attesa in quanto gli effetti del movimento franoso sugli elementi esposti sono tanto maggiori quanto più elevata è la sua intensità.

Una chiara dimostrazione di tale assunzione è fornita dalle frane maggiormente distruttive, quali i “crolli in roccia” e le “colate rapide di fango” per le quali, antecedentemente all'evento parossistico, non si rilevano effetti sugli elementi esposti, che sono, viceversa, spesso catastrofici a seguito dell'innesco del fenomeno. Si ricordano, a tale riguardo, gli eventi gravemente luttuosi che nel gennaio '97, nel maggio '98 e nel dicembre '99 hanno duramente colpito la Regione Campania, provocando rispettivamente 4, 160, 7 vittime, oltre che ingenti danni al patrimonio strutturale e infrastrutturale.

Sulla base delle precedenti considerazioni si è, quindi, ritenuto opportuno, con riferimento alla *Tab.4.1*, attribuire al termine “intensità” il significato di massima intensità attesa, indipendentemente dallo “stato di attività”.

Così operando si sono distinte tre differenti classi alle quali si è rispettivamente attribuito una:

Intensità ALTA (velocità massima attesa da rapida a estremamente rapida);

Intensità MEDIA (velocità massima attesa da lenta a moderata);

Intensità BASSA (velocità massima attesa da estremamente lenta a molto lenta).

Con i criteri così definiti è stata, quindi, redatta la “*Carta degli scenari di franosità in funzione delle massime intensità attese*”, nella quale ciascuna tipologia di frana è riclassificata indipendentemente dal suo stato di attività. In particolare ai crolli ed alle frane di flusso rapido (colate rapide di fango, colate di detrito e colate rapide in terreni prevalentemente marnoso-argillosi) è stata attribuita una intensità



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

massima attesa ALTA. Le colate lente-colamenti e gli scorrimenti rotazionali e traslativi sono stati inseriti nella classe di intensità MEDIA, così come emerge, nella quasi totalità dei casi, dalla letteratura scientifica analizzata. Infine, sono state inserite nella classe di intensità BASSA i fenomeni di: creep superficiale, creep in depositi di concavità morfologica, creep profondo su cumulo di frana inattivo, espansioni laterali, deformazioni gravitative profonde.

Non sono stati, viceversa, classificati gli ambiti morfologici di possibile espansione delle frane a massima intensità attesa media e gli ambiti morfologici potenzialmente sede di fenomeni di neoformazione, per i quali sono necessari, a tale fine, indagini e studi a scala di maggior dettaglio.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Tab.4.1 – Intensità assunte a riferimento nella redazione del Piano Stralcio “Rischio di Frana”

Intensità	Frana	Velocità (m/s)	Classifica Cruden-Varnes	
			Descrizione	n
A = alta	Crolli e ribaltamenti Colate rapide di fango Colate di detrito Colate rapide in terreni argilloso-marnosi	$5 - 5 \times 10^{-4}$	Estremamente rapido	7
			Molto rapido	6
			Rapido	5
M = media	Scorrimenti traslativi Scorrimenti rotazionali Colate lente-colamenti	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-8}$	Moderato	4
			Lento	3
B = bassa	Creep superficiali Creep in depositi di concavità morfologica Creep profondi su cumulo di frana inattivo Espansioni laterali D.G.P.V.	5×10^{-8}	Molto lento	2
			Estremamente lento	1



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.4 Gli ambiti morfologici

4.4.1 Premessa

Per la definizione della franosità uno dei problemi più rilevanti da risolvere è rappresentato dalla individuazione e caratterizzazione dei fenomeni franosi nel contesto morfologico e nello sviluppo della storia morfoevolutiva del paesaggio.

La risoluzione di questa problematica può essere facilitata da un percorso metodologico 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 in rapporto alla successione degli eventi ed alle fasi morfogenetiche note in letteratura ed acquisite attraverso approfondimenti di dettaglio;
- definire modelli preliminari di evoluzione geomorfologica di ciascun settore territoriale significativo e le più probabili tendenze evolutive in atto e future, da validare successivamente attraverso studi interdisciplinari di maggiore dettaglio.

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" attesa nello "spazio-versante" elementare considerato secondo i modelli noti di evoluzione dei versanti.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

In tal senso i fenomeni di instabilità sono intimamente legati alla storia morfoevolutiva del versante e vengono evidenziati dagli elementi morfologici significativi che si sono sovrapposti nello spazio compreso tra il crinale superiore ed il relativo fondovalle nella evoluzione per frana dei tratti elementari di pendio.

Nei paragrafi successivi vengono preliminarmente descritte le metodologie per la redazione della cartografia geomorfologica del territorio ricompreso nell'ambito dell'Autorità di Bacino Nazionale dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno, ai fini della valutazione della suscettività a franare. Vengono, quindi, illustrati i risultati conseguiti quale attività propedeutica e coordinata a supporto della definizione del *Rischio di Frana*.

In particolare, vengono sinteticamente illustrati gli scopi ed i contenuti dell'elaborato, i riferimenti bibliografici pertinenti e le specifiche tecniche adottate per la redazione della cartografia generale a scala 1:25.000.

Aspetto non trascurabile della redazione della carta geomorfologia è che essa è stata elaborata utilizzando una *procedura intertematica integrata*. Infatti, nella realizzazione della cartografia geomorfologica finalizzata a problematiche applicative, come potrebbe essere il rischio di frana, spesso la carta geomorfologica di base e le altre carte geotematiche applicative sono realizzate da operatori diversi, in momenti diversi e con rilevamenti separati. Una delle peculiarità di redazione della cartografia geotematica dell'Autorità di Bacino è stata quella di produrle e realizzarle contemporaneamente all'interno delle Sede dell'Autorità, sulla base della medesima campagna di acquisizione dati.

Più esplicitamente, la redazione della carta geomorfologica è rientrata in uno schema metodologico e procedurale più generale, che ha integrato le fasi conoscitive di ciascun Settore Tematico (geologico, geomorfologico, idrogeologico), ne ha finalizzato le attività verso un obiettivo specifico (valutazione del rischio di frana) e contemporaneamente ha strutturato le informazioni territoriali in modo coerente per il trattamento informatico, sia cartografico che alfanumerico.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

In tal senso, la cartografia geomorfologica, come già quella geologica, costituisce un documento che, oltre a conservare le informazioni morfologiche specifiche, costituisce contemporaneamente un utile supporto alle interpretazioni delle elaborazioni tematiche collaterali (geologia, idrogeologia, pedologia, geotecnica ecc.) necessarie per *l'analisi integrata* del territorio.

I criteri procedurali adottati hanno consentito di predisporre i dati territoriali primitivi in forma logicamente strutturata in modo da essere implementati congruentemente in qualsivoglia Architettura di Sistema Informativo Territoriale di Bacino, senza perderne la integrità.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.4.2 La Carta Geomorfologica

La Carta Geomorfologica è un elaborato cartografico che rappresenta, su di una base topografica a curve di livello, le forme denudazionali (erosionali e/o gravitative) e deposizionali legate alla evoluzione più o meno recente del territorio ed i processi che ne determinano il modellamento attuale.

Tale elaborato, essendo a finalità specifica (Unesco, 1977), evidenzia, mediante rappresentazione areale, lineare e/o simbolica, gli elementi geomorfologici più direttamente connessi ai fattori predisponenti ed alle cause innescanti principali che hanno condotto all'attuale quadro morfologico e che offrono scenari sulla evoluzione futura dei processi legati direttamente o indirettamente alla azione della gravità.

In generale, la Carta Geomorfologica redatta contiene informazioni circa:

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

In sintesi, la Carta Geomorfologia, in riferimento al quadro generale impostato sulla scorta dei dati bibliografici disponibili, tende a rappresentare e meglio evidenziare le informazioni oggettivamente



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

necessarie a definire gli aspetti morfologici, morfogenetici e morfodinamici più rilevanti in rapporto alla valutazione del rischio da Frana e del Rischio di Alluvioni.

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

La Carta Geomorfologica è stata redatta a partire dalle indicazioni contenute nella "Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo" del Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia e nella "Guida al rilevamento della Carta Geomorfologica alla scala 1:50.000", edita dal Servizio Geologico Nazionale (Quaderni, Serie III, vol. 4, 1994), dalle quali si è tratto lo schema di legenda principale, integrato dalle informazioni più pertinenti finalizzate alla valutazione dell'Assetto Idrogeologico, maggiormente approfondite per quanto attiene la localizzazione e caratterizzazione delle forme e dei processi in base al tipo e grado di influenza che la dinamica evolutiva di versante e di fondovalle ha sui fenomeni franosi singoli ed eventualmente associati.

Per il raggiungimento degli obiettivi di integrazione tematica esposti in premessa, si è reso necessario impostare una legenda geomorfologica basata su una utile combinazione fra gli approcci tradizionali contenuti nella citata letteratura scientifica consolidata e recenti proposte in materia di integrazione dei dati geotematici, al fine di rendere i contenuti delle informazioni cartografiche un utile supporto alla valutazione dell'Assetto Idrogeologico.

A tal fine, lo schema di legenda principale è stato integrato per quanto attiene gli aspetti inerenti la gerarchizzazione delle Unità Geomorfologiche e la congruenza fra tale gerarchia e la scala di rappresentazione, *senza modificarne l'impianto, ma strutturandone opportunamente i livelli informativi*, in riferimento ai criteri ed alle procedure contenute in Guida et al. (1996).

Pertanto la legenda della *Carta Geomorfologica*, più estesamente mostrata in Appendice A, contiene *sempre* la rappresentazione delle forme prodotte da processi passati e in atto che modellano, con forme diversificate, il paesaggio attuale. Tali forme sono distinte in base al criterio morfogenetico, cioè in base



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

all'agente morfogenetico prevalente che li ha prodotti e/o le produce, in base ai meccanismi attraverso i quali lo stesso agente ha svolto la sua azione ed, infine, in base allo stato di attività.

Per quanto attiene quest'ultimo aspetto, di rilevante importanza ai fini dell'assetto idrogeologico del territorio, in riferimento a quanto suggerito dal Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia (1987), si definiscono:

- **attive** le forme legate a processi in atto al momento del rilevamento e/o con evidenze di ricorrenza a ciclo breve (stagionale o annuale) rilevate attraverso aerofoto;
- **quiescenti** le forme di cui : i) sono state rilevate evidenze geomorfologiche di attività riferibili all'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico; ii) sono state rilevate evidenze di una dinamica evolutiva ancora non esaurita; iii) sono stati rilevati indicatori che dimostrano una concreta possibilità di riattivazione e/o ricorrenza; in sintesi sono da considerare quiescenti le forme ed i processi dei quali non è possibile dimostrare la non attività;
- **inattive** le forme con evidenze che dimostrano di avere portato a termine la loro dinamica evolutiva, sia per fattori morfodinamici, che per fattori morfoclimatici;

In base ai predetti criteri, le forme sono state suddivise in :

- *Forme tettoniche (generate da eventi tettonici) e /o*
 - Forme litostrutturali (fortemente controllate dalla litostruttura)*
 - Forme sismiche (legate ad eventi sismici)*
- *Forme vulcaniche (ovvero fortemente controllate da attività vulcanica passata)*
- *Forme e processi gravitativi di versante*
- *Forme e processi legati all'azione delle acque superficiali*
- *Forme e processi carsici*
- *Forme glaciali*
- *Forme e processi crionivali*
- *Forme e processi marini, lagunari e lacustri*
- *Forme e processi eolici*
- *Forme di origine antropica*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- *Forme di origine complessa*
- *Unità Morfologiche*

La strutturazione dei dati e la relativa codifica è stata, tuttavia, impostata in modo da rappresentare graficamente solo entità a consistenza areale, considerando gli elementi lineari entità geomorfologiche limitanti due entità morfologiche differenti a consistenza areale e gli elementi puntuali caratterizzanti la transizione fra tre o più entità areali. Così operando si sono dovute integrare molte delle forme lineari aventi significato di margine di forme areali interconnesse.

Ad esempio, nella rappresentazione strutturata di un terrazzo fluviale, l'elemento areale viene limitato, a monte, dall'elemento lineare costituente il margine interno di terrazzo in transizione con il versante collinare, di cui ne costituisce il margine inferiore. A valle, il terrazzo viene limitato dalla forma “orlo di terrazzo”, che, a sua volta, rappresenta il margine superiore della “scarpata di terrazzo fluviale”, limitata a valle dal margine inferiore, costituente ancora il limite di transizione con l'alveo fluviale.

Così impostata, la legenda della *Carta Geomorfologica* ha consentito di:

- correlare le Entità Geomorfologiche di diverso ordine all'assetto litostrutturale e, quindi, di integrare la Carta Geomorfologica con la Carta Geologica, di cui la Carta degli Elementi Strutturali risulta un elemento essenziale.
- correlare le forme deposizionali contenute sulla Carta Geomorfologica con le informazioni tematiche contenute sulla Carta dei depositi di copertura.
- 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 a ben definiti indicatori morfologici.

I dati geomorfologici sono stati acquisiti sulla scorta di una attenta analisi fotogeologica effettuata su stereocoppie messe a disposizione dell'Autorità di Bacino.

Il materiale aerofotogrammetrico esaminato è rappresentato da:



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- foto relative al rilievo del settembre 1954 in scala 1:33.000, su cui sono stati effettuati controlli a campione per tutto il territorio;
- foto relative ai rilievi compresi fra il 1990 ed il 1991 in scala 1:33.000, disponibili per l'intero territorio;
- foto relative alle avioriprese della Regione Campania nel luglio 1998, in scala 1:13.000 disponibili solo per il territorio della Regione, utilizzate per l'aggiornamento delle aree in frana dei centri abitati.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.4.3 Definizione e classifica dell'ambito morfologico

Ai fini della redazione della Carta Geomorfologia sono state ritenute utili le indicazioni generali contenute nel Disciplinare Tecnico dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri-Volturno-Garigliano, che, al punto 4.7.1, ne fissa l'obiettivo principale consistente nell'*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 consentano di:

- delimitare le aree in frana attuali, storiche ed antiche, ciascuna, ove possibile con il suo rispettivo grado di attività (attivo, quiescente e stabilizzato);
- 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.

A partire da tali indicazioni generali, gli obiettivi specifici delle elaborazioni geomorfologiche a supporto della definizione del rischio da frana sono state:

- delimitare le aree in frana al momento del rilevamento;
- individuare le aree interessate da frane, ancora leggibili, avvenute in un passato anche recente e che attualmente si trovano in una condizione di evoluzione morfologica diversa da quella originaria;
- Individuare le aree modellate da frane ripetitive, prive di elementi specifici, ma che attualmente mostrano solo gli effetti denudazionali e deposizionali delle stesse;



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- individuare gli indicatori morfologici più direttamente connessi alle fasi di alimentazione, innesco, propagazione ed invasione delle aree in frana in atto o potenziali;
- delimitare gli ambiti morfologici significativi per la franosità e più direttamente concorrenti alla dinamica gravitativa dei versanti ;
- indicare , laddove sussistono le condizioni di chiara leggibilità di elementi specifici, le tendenze morfoevolutive di ciascuna frana nell'ambito di ciascun ambito, in relazione agli indicatori morfologici.

L'evento frana deve essere inserito nel contesto spazio-temporale di evoluzione del territorio per una analisi mirata della distribuzione e della intensità in relazione a ben definiti ambiti territoriali significativi, sopra denominati ambiti morfologici, caratterizzati da condizioni morfogenetiche e morfoevolutive omogenee tali da giustificare, insieme ad altri fattori di fondo quali la litologia del substrato e delle coperture e la idrogeologia, la presenza ed i caratteri peculiari della franosità avvenuta e di quella attuale e tali da orientare nella valutazione della propensione a franare delle rimanenti aree non ancora interessate da frane , ma con le medesime caratteristiche idrogeomorfologiche .

In tal senso, il concetto di ambito morfologico significativo assume il significato di Unità Territoriale di Riferimento (De Vita et. Al., 1994) specifica per la franosità, alla scala di versante, come *volume territoriale significativo* nell'ambito del quale le variabili di stato fondamentali (natura litostratigrafica, assetto strutturale e conformazione) esprimono la storia passata e sono sufficienti a determinare quella futura in base agli eventi franosi rilevati ed ai relativi indicatori di evento e di tendenza.

L'approccio utilizzato tenta di affrontare e risolvere uno dei problemi di maggiore difficoltà che tutti i metodi di valutazione della suscettibilità del territorio a franare si trovano di fronte, vale a dire la definizione più appropriata dell'*Unità Cartografica di Riferimento*.

Guzzetti et al. (1999), nel ritenere tale operazione preliminare alla valutazione della suscettibilità da frana, individuano cinque metodi principali rispettivamente basati sulle:

- *grid-cells*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- *terrain units*
- *unique-condition units*
- *slope-units*
- *unità topografiche*

L'approccio utilizzato consente di evitare generalizzazioni eccessive nell'applicazione di metodi parametrici di analisi territoriale e fornisce, di fatto, un elaborato che identifica univocamente l'Unità Cartografica di Riferimento attraverso il metodo del "*terrain unit*" e la classifica attraverso il "*land-system*", internazionalmente riconosciuto, unificandolo al metodo dell'"*unique-condition unit*" e predisponendolo all'analisi parametrica attraverso il metodo delle "*grid-cells*" (Guzzetti et al., 1999).

Essendo il punto di partenza anche di altri elaborati fondamentali quali la *Carta Inventario delle Frane* e la *Carta dei Depositi* di copertura, la *Carta Geomorfologica* costituisce il supporto per il riconoscimento, l'individuazione, la perimetrazione e la relativa classificazione degli ambiti morfologici significativi, di seguito definiti semplicemente ambiti morfologici.

Gli ambiti morfologici, così come sopra definiti, sono stati utilizzati come utile strumento per la delimitazione delle aree a vario grado e tipo di pericolosità da frana, quale base per la definizione del rischio di frana su vaste aree.

Ritenendo valido il principio secondo cui "il presente ed il passato sono la chiave di lettura del futuro" (D.J. Varnes, 1984), gli ambiti morfologici sono stati caratterizzati in funzione della presenza o meno al loro interno di :

- frane, distinte per tipologia e stato di attività, e relative evidenze di tendenze evolutive;
- indicatori morfologici di evento/i passati e precursori.

Gli Ambiti Morfologici sono stati classificati in:

– *Ambiti Morfologici tipo S0*



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Ambiti nei quali non sono state rilevate frane, né evidenze di tendenze evolutive indotte/indirette, né indicatori morfologici di eventi passati e precursori di eventi futuri;

– ***Ambiti Morfologici tipo S1***

Ambiti nei quali non sono state rilevate frane, né evidenze di tendenze evolutive indotte / indirette, ma in cui sono stati riscontrati indicatori morfologici testimoni di eventi passati e precursori di eventi futuri ;

– ***Ambiti Morfologici tipo S2***

Ambiti nei quali sono state rilevate frane, con o senza evidenze di tendenze evolutive indotte / indirette associate, ed indicatori morfologici testimoni di eventi passati e precursori di eventi futuri.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.5 L'antropico

4.5.1 Analisi dell'urbanizzato

Il territorio dell'Autorità di Bacino ha subito negli anni modifiche sostanziali e spesso incontrollate che hanno riguardato sia la modalità insediativa, sia il più complesso uso dello spazio e delle relative funzioni. Le manomissioni ambientali avvenute sono particolarmente rilevanti in quanto interessano un territorio ricco di valori naturali e ambientali, di popolazioni con storia e culture diverse, di attività residenziali e produttive, di infrastrutture.

L'evoluzione dell'attività produttiva è avvenuta a costi molto elevati per la sregolatezza degli interventi sul territorio, per il degrado del patrimonio naturale, storico, artistico e monumentale, e per la progressiva riduzione di sicurezza dei cittadini.

Il degrado attuale è stato favorito anche dalla inadeguata azione delle Pubbliche Amministrazioni che hanno impedito la salvaguardia e la corretta gestione del territorio, nonché consentito non pochi interventi sintomatici di un notevole sfruttamento del suolo.

Tutto questo ha portato ad un evidente deterioramento del sistema naturale, la cui complessa problematica si scontra spesso con l'insufficienza e l'inefficacia delle azioni di tutela ambientale. Infatti, la sostenibilità ambientale non è semplicemente una questione tecnica ma una complessa questione sociale e relazionale tra comunità e spazio, tra abitanti e territorio.

L'unico modo per uscire dalla ordinaria manomissione sregolata del territorio è rappresentato dal coordinamento di politiche ed interventi, mediante l'acquisizione di informazioni dettagliate nello spazio, al fine di favorire scelte consapevoli e decisioni corrette.

Nell'individuazione del rischio la conoscenza, soprattutto cartografica, degli elementi esposti risulta fondamentale. In quest'ottica lo studio svolto si è posto due obiettivi:



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- *Fornire un quadro conoscitivo sull'utilizzo del suolo per scopi antropici, sulla disponibilità e localizzazione delle infrastrutture, sulle previsioni di utilizzo futuro, sui beni di rilevanza storica, architettonica e culturale, sui beni di rilevanza ambientale e su tutti quegli elementi che possono essere di interesse prioritario per la valutazione del rischio;*
- *Costruire un sistema finalizzato al monitoraggio delle variazioni dell'uso antropico del suolo, al fine di indagare le direttrici di trasformazione nel tempo e le varianti che influenzano tali trasformazioni.*

Per il conseguimento dei suddetti obiettivi il lavoro è stato articolato in una serie di azioni consistenti in:

- *lettura ed elaborazione degli strumenti urbanistici comunali;*
- *interpretazione delle ortofoto digitali dell'AIMA per l'aggiornamento della cartografia di base e l'individuazione delle aree con edificazione diffusa non individuati dagli strumenti urbanistici comunali;*
- *individuazione e classificazione delle linee di comunicazione su ferro e gomma;*
- *individuazione delle dighe, dei relativi invasi e dei bacini idroelettrici;*
- *individuazione delle infrastrutture a rete;*
- *individuazione dei detrattori ambientali (cave, discariche, depuratori ed industrie);*
- *individuazione degli elementi definiti prioritari ai fini della valutazione del rischio;*
- *individuazione dei vincoli a cui sono sottoposte aree e beni.*

Il primo problema che si è dovuto affrontare, nell'espletamento delle azioni elencate, è stato la disomogeneità dei dati sul territorio che ha reso necessario uno studio delle problematiche attraverso successivi approfondimenti.

Ai fini dell'analisi dell'uso antropico del suolo è stato ritenuto importante lo studio e l'interpretazione degli strumenti urbanistici comunali. La pianificazione dei comuni è, infatti, affidata al



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Piano Regolatore Generale o al Programma di Fabbricazione che regolano in modo prescrittivo, attraverso lo zoning, l'uso del suolo dei territori comunali.

Dall'esame degli strumenti si è evidenziato che solo determinati P.R.G. sono stati redatti con particolare attenzione alle politiche ambientali ed, in particolar modo, alla sostenibilità ambientale. L'analisi comparata tra previsioni di piano e situazione attuale ha, altresì, mostrato che la maggior parte degli interventi urbani e territoriali vengono, di solito, localizzati al di fuori delle aree previste dalla strumentazione ordinaria. Analisi, quest'ultima, resa possibile grazie all'aggiornamento della cartografia IGM, in scala 1:25.000, elaborata tramite le ortofoto digitali AIMA del 1998.

Il risultato dell'aggiornamento cartografico ha messo in risalto un processo di dispersione nel territorio agricolo o di frangia delle funzioni urbane, residenziali e non, che hanno modificato radicalmente il carattere e l'uso di molti luoghi. E' stato evidenziato, altresì, un territorio nel quale sono state applicate errate modalità di utilizzo che hanno portato alla presenza diffusa di aree interstiziali e alla non riconoscibilità dei luoghi di più recente formazione.

Le ortofoto digitali AIMA sono risultate di fondamentale importanza anche per la perimetrazione dei centri abitati dei comuni che non hanno fornito lo strumento di pianificazione comunale sia per impossibilità, in quanto privi di piani urbanistici, sia per insensibilità o disattenzione nei confronti di una pianificazione di livello superiore quale è quella di bacino.

Per una maggiore conoscenza e valutazione delle aree a rischio è nata, inoltre, l'esigenza di catalogare e localizzare gli elementi di interesse prioritario potenzialmente esposti a rischio. A tal fine sono stati censiti gli edifici pubblici, o con carattere pubblico, che svolgono funzioni fondamentali per la comunità, sia in condizioni normali che in emergenza.

Al fine di conoscere, poi, tutta la vincolistica esistente sull'intero territorio del bacino è stata predisposta una ricognizione che ha coinvolto vari Enti. Il lavoro di acquisizione e di analisi ha portato ad un quadro conoscitivo omogeneo grazie anche alla collaborazione del Ministero dei Beni culturali che ha messo a disposizione i dati del S.I.T.A.P. che è il GIS specifico del Ministero per la catalogazione dei beni di interesse ambientale, storico, artistico e culturale.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Sono stati, infine, reperiti i dati relativi ai territori sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici di cui R.D. 3267/23, al fine del riordino previsto dalla L. 183/89. Pertanto, sono stati acquisiti presso i Dipartimenti Forestali Provinciali tutti i limiti del vincolo per singolo territorio comunale e, successivamente, riportati su cartografia. E', tuttora, in corso l'attività di reperimento di informazioni presso gli Enti comunali per le modifiche dell'uso del suolo verificatesi all'interno dei territori vincolati.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.5.2 Zonazione

Tutte le informazioni acquisite sono state analizzate ed elaborate a scala 1:25.000, con modalità tali da essere immediatamente utilizzabili nel Sistema Informativo Territoriale dell’Autorità.

Il risultato delle azioni ha permesso di individuare e cartografare una serie di elementi areali, lineari e puntuali necessari ad individuare le classi di rischio. In particolare, nella “*Carta della Zonazione degli Insediamenti Urbani*”, sono state riportate:

- *Le aree consolidate del tessuto urbano: a tal fine sono state perimetrare le zone A e B dei P.R.G. e dei P.d.F. così come individuate dal D.I. 1444 del 02.04.1968. (Le zone A sono gli agglomerati urbani che rivestono carattere storico, le zone B sono le aree di completamento nelle quali preesiste una diffusa edificazione);*
- *Le aree di espansione del tessuto urbano: a tal fine sono state perimetrare le zone C dei P.R.G. e dei P.d.F. così come individuate dal D.I. 1444 del 02.04.1968. (Le zone C sono le aree di espansione che sono destinate a nuovi insediamenti in aree prive di struttura urbana e nelle quali la densità edilizia preesistente è ancora modesta);*
- *Le aree destinate ad insediamenti produttivi: a tal fine sono state perimetrare le zone D dei P.R.G. e dei P.d.F. così come individuate dal D.I. 1444 del 02.04.1968. (Le zone D sono le parti del territorio occupate o destinate ad impianti produttivi o ad essi assimilati);*
- *Le aree destinate ad attrezzature collettive: a tal fine sono state perimetrare le zone F dei P.R.G. e dei P.d.F. così come individuate dal D.I. 1444 del 02.04.1968. (Le zone F sono le parti del territorio destinate ad attrezzature ed impianti di interesse generale);*
- *Le aree a destinazione turistica;*
- *Le aree destinate a grandi parchi urbani;*
- *I nuclei con edificazione diffusa rilevati dalla lettura delle ortofoto AIMA;*
- *Le aree archeologiche vincolate ai sensi della L.1089/39 censite dagli strumenti urbanistici.*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Nella “*Carta dei Detrattori ambientali e delle Infrastrutture*” sono state individuate e classificate:

- *Tutte le vie di comunicazione su gomma e su ferro. Per quanto riguarda le vie di comunicazione su gomma si è adottato quale criterio di identificazione quello relativo alle dinamiche d’uso, e, pertanto, si è operata una distinzione tra autostrade, strade principali (superstrade, assi a scorrimento veloce), e strade non a scorrimento veloce (statali, provinciali e locali);*
- *Gli aeroporti;*
- *Le dighe e i relativi invasi (le informazioni sono state fornite dal Servizio Nazionale Dighe);*
- *Le infrastrutture a rete (metanodotti e oleodotti forniti dalla SNAM S.p.a., le linee elettriche di media tensione fornite dall’ENEL, le linee acquedottistiche principali della regione Campania);*
- *I bacini idroelettrici;*
- *Il reticolo idrografico (fiumi e laghi);*
- *Le cave, le discariche e i depuratori (individuate sulla base di sopralluoghi e censimenti effettuati dall’Autorità, dati acquisiti dalle Regioni e dagli Enti locali);*
- *Gli impianti industriali a rischio secondo il D.P.R. 175/88 (i dati sono stati forniti dal Ministero dell’Ambiente e dalle Regioni con conseguente localizzazione sulla in collaborazione con i Comuni);*
- *Gli agglomerati A.S.I. e gli agglomerati industriali minori (i dati provengono sia dagli Enti locali che da sopralluoghi e censimenti effettuati dall’Autorità).*

Sono stati, inoltre, individuati i vincoli presenti sul territorio, distinguendoli nella “*Carta dei Vincoli Ambientali e Culturali*” in:

- *beni vincolati ai sensi della L. 1497/39;*
- *beni vincolati ai sensi della L. 431/85 (i territori coperti da boschi e foreste, le aree di rispetto di 300 metri dai limiti di costa del mare e dei laghi, le aree di rispetto di 150 metri dalla riva dei corsi*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

d'acqua iscritti negli elenchi di cui al T.U. approvato con R.D. 1775/37, le aree vulcaniche, le aree umide);

- *beni vincolati per la L. 1089/39;*

Nella “*Carta del Vincolo Idrogeologico e dei Parchi Nazionali e Regionali*” sono state, altresì, riportate le aree vincolate idrogeologicamente ai sensi del R.D. 3267/23 ed i Parchi nazionali e Regionali e aree protette.

Un’ulteriore attività di censimento, confluita nella “*Carta del Danno rilevato e delle Strutture molto vulnerabili*”, ha riguardato gli edifici strategici, sia in condizioni normali che di emergenza (ospedali, case di cura, case di ricovero per anziani, ecc.) che sono stati suddivisi in:

- *strutture ospedaliere e sanitarie (Ospedali, Case di Cura, Case di accoglienza per anziani, disabili, portatori di handicap);*
- *centri di attività collettive civili (Municipi);*
- *sedi di centri civici (Carceri, Aule giudiziarie bunker);*
- *centri di attività collettive militari (Forze armate, Carabinieri e Pubblica Sicurezza, Vigili del Fuoco, Corpo Forestale dello Stato).*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.5.3. - *Danni esistenti e potenziali.*

Come illustrato nel par. 4.6.1, uno dei fattori che concorre alla definizione del rischio è il “danno potenziale” che, nel caso dei fenomeni franosi a massima intensità attesa “media” e “bassa”, può essere stimato partendo dai danni esistenti all’interno delle aree nelle quali i fenomeni hanno sede.

A tal fine si sono attentamente esaminate più di 2000 segnalazioni sui dissesti, inviate dagli Enti territoriali, che contengono al proprio interno numerose indicazioni di danni a strutture e infrastrutture. Non ritenendo tali segnalazioni esaustive, l’Autorità ha programmato e realizzato, con tecnici di fiducia, una campagna di rilevamento che, in una prima fase, ha riguardato le aree classificate di attenzione nel Piano Straordinario. Successivamente si è proceduto ad una integrazione dei rilievi, laddove se ne è ravvisata la necessità, sulla base dei tematismi in corso di elaborazione per la redazione del Progetto di Piano.

Le attività di campo hanno comportato una rilevante mole di lavoro, essendo stati effettuati sopralluoghi, previa comunicazione alle amministrazioni competenti, in 320 territori comunali, per ognuno dei quali gli esiti dei rilievi sono stati riportati in apposite schede dei danni ed ubicati su cartografia di dettaglio (1:2.000 – 1:5.000).

Dopo questa fase di lavoro, si è proceduto alla formazione di un data base ed all’analisi dei dati, finalizzata alla individuazione dei danni non correlabili con i fenomeni franosi, ma ascrivibili a cattiva esecuzione delle opere. Si è, quindi, proceduto alla redazione della “*Carta del Danno potenziale e delle Strutture molto vulnerabili*” (a scala 1:25.000), nella quale il dato di base è stato convenzionalmente classificato secondo quanto indicato in *Tab.4.2.*

Dalla tabella si evince che il danno rilevato è stato suddiviso in due classi in funzione degli effetti prodotti sugli edifici, lungo le strade e le infrastrutture di servizio, sulle opere di consolidamento dei versanti e su quelle di sistemazione dei corsi d’acqua.

Per esempio, con riferimento agli edifici il danno è stato considerato “consistente” in presenza di lesioni alle strutture portanti, “lieve” laddove sono risultati lesionati elementi non portanti, quali tramezzi



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

o tompagni perimetrali. Laddove necessario, per esempio, nel caso di strade e infrastrutture, si è tenuto conto sia della rilevanza del danno che della tipologia dell'opera.

Il danno potenziale è stato, quindi, definito sulla base del danno rilevato e della massima intensità attesa del fenomeno franoso, essendo la vulnerabilità di una struttura o infrastruttura intimamente legata al suo stato di conservazione ed al fenomeno franoso sul quale insiste (v. par. 4.6.1).

Le risultanze dello studio svolto e l'ubicazione degli "edifici strategici fondamentali" (v. par. 4.5.2) sono stati, infine, riportati nella della "*Carta del Danno potenziale delle Strutture molto vulnerabili*", completa di collegamenti ipertestuali che consentono di operare passaggi immediati tra rappresentazione grafica a scala 1:25.000, cartografia in scala di maggior dettaglio, schede di sintesi del rilievo e dettaglio fotografico della struttura rilevata.

A conclusione di questa breve sintesi sulle attività svolte, si osserva che i dati acquisiti hanno consentito di raccogliere utili informazioni anche sullo stato di attività o quiescenza dei fenomeni franosi e di tale circostanza se ne è tenuto conto nella "*Carta Inventario dei fenomeni franosi*".



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Tab.4.2 - Classifica del danno

	TIPOLOGIA DEL DANNO RILEVATO	
	<u>DANNI CONSISTENTI CHE COMPORTANO:</u>	<u>DA ASSENZA DI DANNI A DANNI LIEVI CHE COMPORTANO:</u>
Edifici	- lesioni alle strutture portanti (pilastri, travi, solai, ecc.)	- lesioni su elementi architettonici, <u>non</u> portanti.
Strade	- interruzione parziale (o totale) - transito con difficoltà su • Strade statali (e superstrade) • Strade Provinciali - interruzione totale su • Strade comunali • Strade interpoderali	- transito senza difficoltà su • Strade statali (e superstrade) • Strade Provinciali • Strade comunali • Strade interpoderali - interruzione parziale - transito con difficoltà su • Strade comunali • Strade interpoderali
Infrastrutture di servizio	- interruzione del servizio, o comunque condizioni di servizio precarie su • Linee principali e primarie delle reti di servizio	- funzionamento dell'infrastruttura senza riduzioni di servizio su • Linee principali e primarie delle reti di servizio • Linee secondarie e derivate delle reti di servizio - interruzione del servizio, o comunque condizioni di servizio precarie su • Linee secondarie e derivate
Opere di consolidamento dei versanti	- lesioni gravi, rotazioni o ribaltamenti che ne pregiudicano la stabilità e ne annullano la funzione primaria.	- lesioni contenute o capillari, piccole rotazioni, ecc., che non ne pregiudichino la funzione primaria
Opere di sistemazione dei corsi d'acqua	- rottura degli argini o gravi dissesti che ne pregiudicano la funzione primaria.	- lesioni contenute o capillari, piccole rotazioni, ecc., che non ne pregiudichino la funzione primaria
	Alto (in frana a massima intensità attesa media) Limitato (in frana a massima intensità attesa bassa)	Medio (in frana a massima intensità attesa media) Basso (in frana a massima intensità attesa bassa)
DEFINIZIONE CONVENZIONALE DEL DANNO POTENZIALE (W)		



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.6 La zonazione del territorio

4.6.1 Definizione di rischio

Nel paragrafo 4.1 si sono discusse le difficoltà che derivano, nella valutazione del rischio, dalla complessità dei contesti geo-ambientali nei quali le frane hanno sede, dalla molteplicità degli approcci proposti in letteratura per lo studio di tali fenomenologie, dal caotico sviluppo dei centri urbani che con detti fenomeni interagiscono, etc..

A tali difficoltà si devono aggiungere quelle strettamente legate alla molteplicità di proposte presenti in letteratura per la definizione dei fattori (*pericolosità, vulnerabilità, etc.*) che concorrono alla valutazione del rischio ai quali, unitamente al rischio medesimo, vengono frequentemente attribuiti significati diversi in un medesimo contesto, con conseguenti equivoci sulla valutazione degli effetti che i fenomeni franosi possono produrre.

Non a caso nel 1991 le Nazioni Unite, nel dichiarare il periodo 1990-2000 quale *Decennio Internazionale per la Riduzione dei Disastri Naturali*, hanno prodotto un documento (UNDRO, 1991) nel quale hanno ritenuto necessario far chiarezza sull'argomento attribuendo ai termini che concorrono alla definizione del *Rischio* ed al rischio medesimo un significato ben preciso, da condividere in ambito politico, sociale, tecnico ed economico.

In particolare, si sono preliminarmente definiti cinque termini:

Pericolosità (P): probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità;

Elementi a rischio (E): persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte "a rischio" in una certa area;

Vulnerabilità (V): grado di perdita di un certo elemento o insiemi di elementi esposti "a rischio",



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

derivante dal verificarsi di un fenomeno naturale di assegnata intensità, espresso in una scala che va da 0 (nessuna perdita) a 1 (perdita totale);

Danno potenziale ($W = E \times V$): grado previsto di perdita a seguito di un particolare fenomeno naturale, funzione sia della “pericolosità” che della “vulnerabilità”;

Rischio (R): numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

Tra i termini così definiti, sono state, quindi, individuate le relazioni:

$$R = P \times E \times V \quad (1)$$

$$R = P \times W \quad (2)$$

Dalle equazioni discende che il rischio da associare ad un determinato fenomeno franoso, che interagisce con strutture e infrastrutture, dipende dalla intensità e della probabilità di accadimento dell'evento, dagli elementi che con l'evento interagiscono e dalla loro vulnerabilità.

Pur così definita, la valutazione del rischio comporta non poche difficoltà per la complessità e la articolazione delle azioni da svolgere ai fini di una adeguata quantificazione dei fattori che compaiono nelle equazioni (1) e (2).

Per esempio la valutazione della *pericolosità* di una frana è possibile solo a seguito di accurate indagini di rilevante impegno economico, che pongono in relazione l'intensità dell'evento con la sua periodicità. In altre parole, alla *pericolosità* può attribuirsi un valore numerico se è nota la relazione che intercorre tra l'*intensità* del fenomeno franoso (ad esempio, velocità, volume mobilitato, energia) ed il suo *periodo di ritorno* (intervallo temporale tra due fenomeni di uguali caratteristiche ed intensità).

La possibilità di definire una siffatta relazione in uno specifico sito di frana passa attraverso la acquisizione di una serie di dati di dettaglio derivanti da : indagini e studi a carattere geologico,



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

geomorfologico, idrogeologico, etc., particolarmente accurati ed a scala adeguata; indagini storiche sui fenomeni franosi e sul contesto fisico nel quale i fenomeni franosi hanno sede; indagini geotecniche in sito (sondaggi, prove penetrometriche, installazione di piezometri, inclinometri, fessurimetri, etc.); prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati nel corso delle perforazioni di sondaggio, etc..

I dati che scaturiscono dalle indagini devono, quindi, essere elaborati con metodi di calcolo sufficientemente consolidati nell'uso corrente (si pensi ai metodi per le verifiche di stabilità dei pendii in argilla o a quelli per l'analisi cinematica della traiettoria seguita da un blocco che si distacca da un ammasso roccioso) e/o costituire la indispensabile base di partenza per l'implementazione di modelli innovativi in grado di valorizzare le conoscenze acquisite nei diversi ambiti disciplinari (è questo, per esempio, il caso dei modelli di evoluzione dei versanti validati su basi ingegneristiche).

Anche per la valutazione degli *elementi a rischio E* e della *vulnerabilità V* è necessario disporre di informazioni di notevole dettaglio che, nel caso delle strutture riguardano, ad esempio, le tipologie strutturali, i materiali, le fondazioni, i dettagli costruttivi, etc.

I pochi esempi appena elencati mostrano in maniera incontrovertibile le difficoltà tecnico-economiche che bisogna superare per definire univocamente la *pericolosità P*, gli *elementi a rischio E*, la *vulnerabilità V* e, quindi, il *rischio R*.

Per la consapevolezza di tali difficoltà si è ritenuto opportuno adottare criteri metodologici semplificati ai fini della redazione del *Piano Stralcio*. I criteri in questione, descritti nei successivi paragrafi, sono orientati ad una valutazione qualitativa del rischio che è apparsa, fin dall'inizio, l'unica perseguibile per la scala dello studio, l'estensione del territorio e l'assenza di dati di maggior dettaglio sui singoli fenomeni franosi oltre che sul tessuto urbano ed infrastrutturale.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.6.2 Criteri di classificazione del rischio

La procedura seguita, per la definizione del rischio, è illustrata nel diagramma di flusso di *Fig.4.2*, che mette in luce le modalità con le quali si sono utilizzati e combinati i tematismi di base, elaborati e redatti secondo quanto discusso nei precedenti paragrafi.

Il criterio adottato è stato finalizzato alla individuazione delle quattro classi di rischio definite nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento del D.L. 180/98, alle quali si sono aggiunte altre due classi che testimoniano gli inevitabili limiti della scala alla quale si sono condotte le indagini e gli studi.

In particolare si è posto:

- ***RP_a*** - *Area nella quale il livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;*
- ***R4*** - *Area a rischio molto elevato nella quale per il livello di rischio presente sono possibili la perdita di vite umane, e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio economiche;*
- ***R3*** - *Area a rischio elevato nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;*
- ***R2*** - *Area a rischio medio nella quale per il livello di rischio presente sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;*
- ***R1*** - *Area a rischio moderato nella quale per il livello di rischio presente per le quali i danni sociali, economici ed il patrimonio ambientale sono marginali;*
- ***RP_b*** - *Area nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di rischio, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Per quanto riguarda i termini che concorrono alla individuazione delle classi di rischio si è, innanzitutto, riconosciuta la impossibilità di procedere ad una valutazione di **E** che presuppone una stima dei beni esposti. Tale stima è stata, infatti, resa impraticabile dai tempi ristretti, dalle risorse economiche disponibili, dalla scala alla quale si è condotto lo studio e dall'insidia rappresentata dal confronto tra realtà diverse che, in assenza di dati certi, avrebbe potuto dar luogo a contestazioni e contenziosi tra le Amministrazioni Comunali e l'Autorità di Bacino.

Per le difficoltà di valutazione del termine **E** si è, pertanto, fatto riferimento al danno potenziale **W** e, quindi, alla **(2)**; così operando si è assunto, ovunque, lo stesso valore dei beni esposti, tenendo conto della presenza di beni di particolar pregio, o di importanza strategica, direttamente nella vulnerabilità **V**, che viene, quindi, a coincidere con **W**.

Ai termini che compaiono nella **(2)** si sono, quindi, attribuiti valori differenti in funzione della massima intensità attesa del fenomeno franoso (*Tab.4.3*).



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Tab.4.3

Massima intensità attesa	Pericolosità (P)	Danno potenziale (W)
<i>alta</i>	<i>alta</i>	<i>alto</i>
<i>media</i>	<i>alta</i>	<i>alto</i>
	<i>media</i>	<i>medio</i>
<i>bassa</i>	<i>alta</i>	<i>limitato</i>
	<i>media</i>	<i>basso</i>

Con riferimento ai fenomeni a *massima intensità attesa alta*, si osserva che, come più volte ribadito, la definizione di **P** passa attraverso indagini e studi impraticabili con la redazione del *Piano Stralcio*. Circostanza questa che ha fatto ritenere opportuno la attribuzione, a tali fenomeni, di una indistinta probabilità di accadimento alta ed un altrettanto alto danno potenziale sia in termini di perdita di vite umane, che di conseguenze al patrimonio strutturale ed infrastrutturale.

Per quanto riguarda i fenomeni a *massima intensità attesa media*, si è attribuita una pericolosità alta ai fenomeni classificati attivi e media a quelli quiescenti. Il danno potenziale è stato, a sua volta, classificato alto o medio in funzione delle risultanze emerse dal rilievo dei danni operato a cura dell’Autorità di Bacino (v. par.4.5.3), attribuendo in ogni caso, un valore alto alle strutture particolarmente vulnerabili (caserme, ospedali, etc.) indipendentemente dal quadro fessurativo rilevato.

Con riferimento ai fenomeni a *massima intensità attesa bassa*, si è attribuita una pericolosità alta ai fenomeni di creep e media ai fenomeni di espansione laterale di pendio ed alle deformazioni gravitative profonde di versante.

Il danno potenziale è stato poi suddiviso in “limitato” e “basso” (*Tab 4.2*), in funzione della presenza o meno di danni consistenti o di strutture particolarmente vulnerabili, in questo ultimo caso indipendentemente del quadro fessurativo rilevato.

Si osserva, infine, che ai fenomeni franosi ricadenti all’interno di zone ad alta sismicità (classe *S12*)



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

si è attribuita la massima pericolosità nella relativa classe di appartenenza, essendo più elevata la probabilità di accadimento e non il danno potenziale, come sembra scaturire da una analisi della letteratura scientifica sull'argomento, riportato nell'*All.4.1*.

Applicando a **P** e **W** i criteri appena illustrati si è, quindi, pervenuti alla classificazione del rischio secondo lo schema di *Tab. 4.4*.

Tab. 4.4

Massima intensità attesa	Pericolosità (P)	Danno potenziale (W)
alta	alta	alto
media	alta	alto
	media	medio
bassa	alta	limitato
	media	basso

		Massima intensità attesa	Alta	Media	Bassa		
Danno potenziale	Pericolosità		a	a	m	a	m
	Alto		aa	aa	ma		
	Medio			am	mm		
	Limitato					al	ml
	Basso					ab	mb

R 4	
R 3	
R 2	
R 1	
R P b	



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Come si osserva, rientrano nella classe di rischio molto elevato (**R4**) le frane a massima intensità attesa alta e le frane a massima intensità attesa media, queste ultime sede:

- di fenomeni attivi al cui interno sono presenti strutture molto danneggiate o particolarmente vulnerabili;
- di fenomeni quiescenti, ricadenti in area classificate ad alto grado di sismicità, al cui interno sono presenti strutture molto danneggiate o particolarmente vulnerabili.

Con riferimento ai fenomeni del primo gruppo la perimetrazione dell'area si è ottenuta sovrapponendo l'ambito morfologico con l'urbanizzato, rispettivamente riportati nella *Carta Geomorfologica* e nella *Carta della zonazione degli Insediamenti Urbani*. Nel caso di colate rapide di fango ed in presenza di conoidi particolarmente sviluppate, la delimitazione della area **R4** si è ottenuta ricorrendo a criteri idraulici semplificati descritti nella allegata relazione “*Aree inondabili da fenomeni di sovralluvionamento sulla base di modelli idraulici semplificati o di studi preliminari*”.

In particolare, si è classificata area a rischio molto elevato quella per la quale si è registrata una sovrapposizione tra la conoide individuata su basi geomorfologiche e l'area di invasione dedotta con i criteri idraulici, attribuendo alla restante parte della conoide un livello di rischio potenzialmente alto (**RP_a**). Analogo livello di rischio (**RP_a**) è stato attribuito alle strutture ed infrastrutture danneggiate o agli elementi esposti particolarmente vulnerabili che possono essere coinvolti dalla espansione (a monte, laterale ed a valle) di una frana a massima intensità attesa media.

Dalla *Tab.4.4* scaturiscono, infine, con chiarezza i criteri di inserimento dei fenomeni franosi in **R3**, **R2**, **R1** e **RP_b**, classe quest'ultima che richiede, anch'essa, lo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio, per la esclusione di un qualsiasi livello di rischio.

Le sei classi di rischio così individuate sono perimetrate nella “*Carta degli scenari di rischio*”, unitamente alle aree non urbanizzate, definite di attenzione, secondo la seguente classifica:



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- ***AP_a*** - ***Area di attenzione potenzialmente alta***, non urbanizzata, nella quale il livello di attenzione, potenzialmente alto, può essere definito solo a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio;
- ***A4*** - ***Area di alta attenzione***, non urbanizzata, potenzialmente interessata da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta;
- ***A3*** - ***Area di medio-alta attenzione***, non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità;
- ***A2*** - ***Area di media attenzione***, non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media;
- ***A1*** - ***Area di moderata attenzione***, non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana a massima intensità attesa bassa;
- ***AP_b*** - ***Area di attenzione potenzialmente bassa***, nella quale l'esclusione di un qualsiasi livello di attenzione, potenzialmente basso, è subordinata allo svolgimento di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

Tralasciando *A4*, *A3*, *A2*, *A1* e *AP_b*, per le quali l'inserimento nella relativa classe di appartenenza segue criteri analoghi a quelli descritti per il rischio, si osserva che rientrano in *AP_a* essenzialmente le aree, non urbanizzate, all'interno delle quali non si può escludere, sulla base delle conoscenze attuali, la presenza di fattori predisponenti l'innesco di frane rapide.

Nella *Carta degli scenari di rischio* sono, altresì, segnalate le aree urbanizzate e non urbanizzate, per le quali il livello di rischio e di attenzione non è definibile a scala 1:25.000. Ci si riferisce, in particolare, alle aree:

- di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP 11/3/88 pubblicato sul suppl. ord. N.47 G.U. n.127 del 1/6/88, circolare 3483 del 24/9/88 e successive norme ed istruzioni;



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

- di versante nelle quali non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (applicazione D.M. LL.PP. 11/3/88 pubblicato sul suppl. ord. N.47 G.U. n.127 del 1/6/88, circolare 3483 del 24/9/88 e successive norme ed istruzioni);
- inondabili da fenomeni di sovralluvionamento sulla base di modelli idraulici semplificati o di studi preliminari, il cui livello di rischio, potenzialmente alto, può essere definito a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio.

In attesa dell'espletamento delle indagini, alle aree in questione, così come a tutte quelle descritte nella presente relazione, sono applicate norme di attuazione allegata al Piano, rimandando alle Amministrazioni competenti l'espletamento delle azioni ritenute necessarie per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità.

Analogamente, si rimanda alle Amministrazioni competenti la vigilanza delle aree di attenzione che potrebbero essere origine di rischi indiretti, talora particolarmente elevati, quali cave, discariche etc., nonché le aree che insistono su invasi artificiali per le quali non si dispone degli elementi utili ai fini della valutazione del rischio che esula dalle competenze dell'Autorità di Bacino.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4.6.3 Potenzialità e limiti della procedura adottata

Pur con tutte le esemplificazioni che la caratterizzano, la procedura adottata ha consentito il pieno rispetto del dettato legislativo DPCM 29/9/98 “Atto di Indirizzo e Coordinamento per la individuazione dei criteri agli adempimenti di cui all’art.1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 98 n. 180”, in quanto il Piano è stato redatto nei tempi di legge oltre che con un livello di approfondimento particolarmente elevato.

Attualmente si dispone, infatti, di una perimetrazione omogenea sull’intero territorio e ad una scala particolarmente significativa (1:25.000); si dispone, altresì, di tematismi di base molto accurati che costituiscono un rilevante patrimonio per l’Autorità ai fini dell’espletamento di attività pianificatorie che tengano nel debito conto le reali condizioni del contesto fisico di riferimento.

Non c’è dubbio, tuttavia, che ulteriori significativi miglioramenti possono essere conseguiti partendo dal lavoro sin qui svolto.

Con riferimento, per esempio, al gravoso problema delle colate rapide di fango, si osserva che un passo in avanti può essere fatto applicando, ad una scala di maggior dettaglio (1:5.000), i medesimi criteri adottati per i comuni di cui all’ordinanza 3036 del febbraio 2000. Così operando, si perverrà a scenari di rischio particolarmente significativi per la perimetrazione delle aree alla scala della cartografia catastale.

Si conseguiranno, altresì, gli indispensabili elementi di giudizio per indirizzare e svolgere, al meglio, gli studi a carattere prevalentemente ingegneristico con i quali quantificare il rischio a scala di dettaglio (1:1.000 ÷ 2.000) e dare l’avvio alla fase di progettazione degli interventi di consolidamento finalizzati alla mitigazione del rischio medesimo.

Analoghi progressi delle conoscenze si potranno conseguire per i fenomeni franosi a massima intensità attesa “media” e “bassa” per i quali i risultati sin qui conseguiti rappresentano un importante punto di riferimento sia per i successivi approfondimenti e sia per un sempre maggiore coinvolgimento delle Amministrazioni competenti (regionali, provinciali e comunali) nello svolgimento di attività a loro delegate in materia di difesa, uso e gestione del suolo.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Come già prima riportato, l’Autorità di Bacino, ha avviato un’attività di approfondimento attraverso la redazione di studi specifici in aree campione basati su:

- *individuazione dei meccanismi di innesco,*
- *stima di massima dei volumi mobilizzabili;*
- *simulazione del moto in alveo del materiale mobilizzabile e della sua espansione.*

Gli studi, in una prima fase, hanno riguardato 35 ambiti del territorio dell’Autorità, sottesi da aree fortemente antropizzate, interessati da fenomeni franosi a carattere rapido classificabili come colate rapide di fango, debris-flow, crolli, flussi rapidi iperconcentrati, nonché fenomenologie non meglio inquadrabili nelle classificazioni scientifiche internazionali e qui definite fenomenologie miste.

Le attività svolte hanno riguardato:

- *la realizzazione di un modello digitale del terreno in scala appropriata;*
- *la zonazione a scala di dettaglio (1:5.000) dei conoidi di valle e delle zone di innesco;*
- *l’individuazione del modello di innesco e dei volumi mobilizzabili;*
- *l’individuazione dei modelli di propagazione del materiale mobilizzabile e perimetrazione delle aree di invasione;*
- *la taratura dei modelli e dei risultati ottenuti.*

Per tale programma è stata prevista l’estensione anche ad altre aree del bacino caratterizzate da alto rischio.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

5. IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

L'ampia estensione del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino e la gran mole di informazioni e di dati acquisiti nel corso degli anni hanno reso necessario l'utilizzo di banche dati cartografiche ed alfanumeriche georeferenziate. Pertanto, già da alcuni anni, l'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno ha avviato la realizzazione di un proprio Sistema Informativo Territoriale Integrato (SITI), che costituisce un valido supporto alle attività dei vari settori.

Il SITI è articolato in tre sottosistemi interconnessi, afferenti alle diverse aree tematiche “*Suolo*”, “*Acqua*” e “*Ambiente*”, caratterizzati ognuno dalla propria banca dati geografica, innestata sullo sfondo di una comune base topografica. In ogni sottosistema è possibile la consultazione e l'aggiornamento costante di tutte le informazioni disponibili sia cartografiche sia descrittive (database relazionali), ma allo stesso tempo è rispettato il principio dell'interscambiabilità dei dati geografici ed alfanumerici, attraverso l'integrazione dei sottosistemi, di notevole utilità nella gestione e pianificazione del territorio.

Il processo di informatizzazione dei dati geografici, già in corso da alcuni anni, ha avuto un impulso durante le attività svolte per la realizzazione del Piano Straordinario (D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni). Al fine di costruire un processo dinamico e razionale, evitare sovrapposizioni ed ottimizzare le risorse economiche, è stato indispensabile, anche per ciò che riguarda la costruzione del SITI, sviluppare le attività, relative al Piano Straordinario e al P.S.A.I., attraverso un costante coordinamento delle azioni programmate ed in corso di svolgimento.

Il Sistema Informativo Territoriale Integrato realizzato per il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (SITI-PSAI) è stato progettato nell'ambito del “*sottosistema Suolo*” e si propone di integrare, in un modello dati GIS, dati territoriali relativi agli aspetti geologici, geomorfologici, geotecnici, urbanistici, di uso del suolo, nonché i dati forniti dagli Enti territoriali.

Si dispone, dunque, di un sistema complesso di banche dati geografiche che hanno consentito di pervenire, mediante lo sviluppo di specifiche procedure software, alla elaborazione della carta degli scenari di franosità in funzione delle massime intensità attese e successivamente, attraverso l'analisi della vulnerabilità del tessuto urbano ed infrastrutturale, alla elaborazione della carta degli scenari di rischio.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

L'architettura del SITI-PSAI ha previsto lo sviluppo di banche dati geografiche su geologia, geomorfologia, fenomeni franosi, dati urbanistici, ambientali e di uso suolo, dati geotecnici, dati forniti dagli enti territoriali sui fenomeni di dissesto, ognuna delle quali costituita da una parte cartografica ed un tabellare (database relazionale) corredata, laddove presenti, da immagini e schedari..

La base cartografica utilizzata è in scala 1:25.000, georeferenziata nel sistema di riferimento UTM fuso 33, Ellissoide Internazionale 1924, Datum ED50. Per il territorio ricadente nelle Regioni Lazio e Molise sono state utilizzate le tavolette dell'Istituto Geografico Militare (IGM), mentre, per quello ricadente nelle Regioni Abruzzo e Campania, le carte tecniche regionali realizzate sui tipi IGM aggiornate, rispettivamente, al 1985 e ad anni compresi tra il 1989 ed il 1992.

Usufruendo di funzioni di analisi spaziali tipiche dei sistemi GIS ed attraverso lo sviluppo di complessi algoritmi sono state elaborate le varie cartografie tematiche prodotte.

In particolare si è proceduto per via informatica alla realizzazione della carta degli scenari di franosità in funzione delle massime intensità attese, attribuendo ai vari elementi un indice informatico derivato da analisi complesse che tengono conto di parametri quali: tipologia e stato di attività del dissesto cartografato, indicatori di franosità, geologia del substrato, tipologia delle coperture presenti, grado di sismicità dell'area, ecc.

Analogamente intersecando la carta degli insediamenti urbani e delle infrastrutture con quella del danno potenziale e delle strutture molto vulnerabili, si è pervenuti alla valutazione della vulnerabilità del tessuto urbano ed infrastrutturale.

Sulla base della procedura e dei criteri adottati, sono state inoltre elaborate specifiche procedure software che hanno consentito, attraverso funzioni di analisi spaziale, di pervenire alla redazione della carta degli scenari di rischio.

Si deve sottolineare, infine, che è in fase di elaborazione lo sviluppo di una interfaccia grafica "personalizzata" che attraverso menù e funzioni ad essi associati, consentono, anche ad utenti non esperti nel settore GIS, di navigare nell'ambito della banca dati geografica prodotta.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

L'architettura del SITI, per la sua complessità, non è di seguito riportata rimandando, per gli argomenti di interesse, alla documentazione specifica in possesso dell'Autorità di Bacino.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

6. IPOTESI DI SVILUPPO DEL PIANO

La metodologia adottata e le attività svolte hanno consentito di redigere un *Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico - Rischio di Frana* particolarmente dettagliato ed accurato nell'ambito del quale i fenomeni franosi, l'urbanizzato, le strutture e le infrastrutture, i vincoli e le emergenze ambientali-storiche-archeologiche-architettoniche e gli scenari di rischio sono analizzati e definiti in misura omogenea sull'intero territorio, ad una scala particolarmente significativa ai fini della pianificazione territoriale.

Il grado di approfondimento con il quale si sono redatti i tematismi di base costituisce, inoltre, un rilevante patrimonio per tutti i Piani Stralcio e le attività che l'Autorità di Bacino ha programmato o sta espletando, oltre che per le attività di pianificazione da parte degli Enti territoriali.

I tematismi in questione rappresentano, altresì, il supporto fondamentale per la realizzazione di alcune attività specifiche, quali:

- la macrozonazione del territorio in aree omogenee, nell'ambito delle quali individuare aree campione per la messa a punto di modelli di evoluzione dei versanti su base essenzialmente geologica e geomorfologia, da tarare e validare con indagini e studi di dettaglio;
- il presidio territoriale ed il monitoraggio strumentale;
- gli studi in scala 1:5.000 per la definizione degli scenari di rischio (*All.6.1*) e gli studi in scala 1:1.000 - 1:2.000 (*All.6.2*), propedeutiche alla identificazione progettuale degli interventi;
- il rilevamento dei danni ad una scala di maggior dettaglio;
- la elaborazione di criteri, indirizzi e direttive;



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Come sottolineato nel programma di mitigazione del rischio lo svolgimento di queste attività richiede specifiche competenze tecniche, risorse finanziarie adeguate, regia e specifico ruolo di coordinamento.

Un fondamentale sostegno al riguardo può derivare dalla programmazione comunitaria QSN 2007/20013 ed della concertazione con le Regioni.

Altre fonti di finanziamento sono rappresentate da quelle derivanti da leggi di spesa nazionali, in particolare la L. 183/89, anche se i fondi disponibili sono, purtroppo, quasi sempre insufficienti rispetto alle esigenze ed alle necessità connesse al dissesto idrogeologico del territorio.

Tutto questo al fine di proseguire nell'azione strategica complessiva (in termini tecnici, giuridici, amministrativi e politici) messa a punto per il corretto uso del territorio onde pervenire al “buon governo del sistema fisico ambientale”



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Studi e perimetrazione aree a rischio - Scenari di rischio scala 1:5.000

ELABORATI
<ul style="list-style-type: none">- <i>Carta degli spessori delle coperture (1:5.000)</i>- <i>Carta geolitologica con lineamenti strutturali (1:5.000)</i>- <i>Studio aereofotogrammetrico</i>- <i>Carta geomorfologia (1:5.000)</i>- <i>Carta inventario fenomeni franosi (1:5.000)</i>- <i>Schedario frane</i>- <i>Carta dei complessi idrogeologici (1:5.000)</i>- <i>Carta delle pendenze (1:5.000)</i>- <i>Carta delle sorgenti e dei pozzi (1:5.000)</i>- <i>Carta idrogeologica (1:5.000)</i>
<ul style="list-style-type: none">- <i>Carta del reticolo idrografico, dei sottobacini e delle principali opere idrauliche (1:5.000)</i>- <i>Carta delle pendenze dei tratti (1:5.000)</i>- <i>Carta delle aree inondate (1:5.000)</i>- <i>Carta con l'ubicazione delle stazioni pluviometriche e pluviografiche (1:25.000)</i>- <i>Stime ideogramma di piena</i>
<ul style="list-style-type: none">- <i>Carta del danno rilevato (1:5.000)</i>
<ul style="list-style-type: none">- <i>Carta dell'urbanizzato (1:5.000)</i>- <i>Carta preliminare sull'evoluzione dell'urbanizzato nel tempo (1:5.000)</i>- <i>Dati preliminari su analisi storica e vincoli</i>
<ul style="list-style-type: none">- <i>Carta preliminare dell'uso del suolo (1:5.000)</i>
<ul style="list-style-type: none">- <i>Informatizzazione degli elaborati prodotti</i>
<ul style="list-style-type: none">- <i>Carta degli scenari di rischio (1:5000)</i>

All.6.1



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Studi specifici scala 1:1000 e 1: 2000 indagini, monitoraggio, modelli matematici

ELABORATI

- *Cartografia di base in scala 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 per lo studio dei versanti, degli accumuli nei canali e nella evoluzione delle colate*
- *Definizione delle linee guida e progettazione del monitoraggio per il controllo strumentale delle situazioni critiche*
- *Progettazione delle indagini specifiche propedeutiche alla perimetrazione preliminare delle aree a rischio (fotogrammetria terrestre, geognostica, sismica, rilievi topografici, analisi di laboratorio ecc.*
- *Realizzazione delle indagini in sito e di laboratorio*
- *Individuazione delle piogge, con diversi periodi di ritorno ($T = 20, 50, 100$ anni), da utilizzare per lo studio dei meccanismi di saturazione delle coltri*
- *Messa a punto di modelli geologici – geomorfologici di evoluzione dei versanti*
- *Modelli geotecnica di innesco dei fenomeni di primo distacco*
- *Modelli di evoluzione delle colate*

All.6.2



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

BIBLIOGRAFIA

BERGOMI C. et al (1975) - Foglio n°173, "Benevento". Serv. Geol. d'It., Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, 166pp., Roma.

BRANCACCIO L. et al. (1998) - *Le frane del 5-6 maggio 1998 nel gruppo montuoso del Pizzo d'Alvano: primi risultati di uno studio geomorfologico*. In: Celico P. "L'instabilità delle coltri piroclastiche delle dorsali carbonatiche in Campania: primi risultati di uno studio interdisciplinare. Il rapporto informativo dell'U.O. 4.21 del CNR-GNDCI.

BRAND E.W. (1988) – Special Lecture: *Landslide risk assessment in Honk Kong*. Proc. of the 5th ISL, Lausanne, Vol.2, 1059-1074.

CASCINI L. et al. (1992) - *A methodological approach to landslide hazard assessment: A case history*. Proc. of the 6th ISL, Christchurch, vol. II, pp. 899-904.

CASCINI L. et al. (1994) - *Grado di alterazione e franosità negli gneiss del Massiccio Silano: L'area di S. Pietro in Guarano (CS)*. Geologia Applicata ed Idrogeologia, vol. XXVII, pp. 49-76.

CASERO P. et al. (1988) – *Neogene Geodynamic Evolution of the Southern Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 109-120.

CROSTELLA A., VEZZANI L. (1964) - *La geologia dell'Appennino Foggiano*, Boll. Soc. Geol. It., 83, 121-142.

CRUDEN D.M., VARNES D.J. (1994) – *Landslides Types and Processes*. In: "Landslides: Investigation and Mitigation". Transportation Research Board. National Academy of Sciences.

D'ARGENIO B. et al. (1973) - *Schema geologico dell' Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. Atti del Conv. "Moderne vedute sulla geologia dell' Appennino" Acc. Naz. dei Lincei, Quaderno n.183, 49-72.

D'ARGENIO et al. (1975) - *Structural pattern of the Campania-Lucania Apennines*. Da: OGNIBEN L., PAROTTO M., PRATURLON A. (ed.), "Structural model of Italy", Quaderni de "La ricerca scientifica", 90, 313-327, C.N.R. Roma.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

D'ARGENIO B. et al. (1986) – *Geology of the Southern Apennines. A brief outline.* I.N.T. A.S.S. E.N.G. Geol., Proc Intern. S. Y. M.P. on: “Engineering Geology Problems in seismic area”, Bari, 6, 135-160.

DAZZARO et al. (1988) - *Geologia del margine della catena appenninica tra il F. Fortore ed il T. Calaggio (Monti della Daunia - App. Merid.).* Mem. Soc. Geol. It., vol. 41, pp. 411-422.

DI NOCERA S. et al. (1993) - *Le Arenarie di Caiazzo nell'evoluzione Tortoniano-Messiniana dell'Appennino Campano.* Atti Ticinensi di Scienze della Terra, Pavia, 36, 165-182.

DRM – Délégation aux Risques Majeurs (1988) – *Evaluation de la vulnérabilité. Plan d'Exposition aux risques.* Ministère de L'environnement. Direction de l'Eau et de la Prévention des Pollutions et des Risques. La Documentation Française

DRM – Délégation aux Risques Majeurs (1990) – *Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs.* Secrétariat d'Etat auprès du Premier Ministre chargé de l'Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs. La Documentation Française

FELL R. (1994) – *Landslides risk assessment and acceptable risk.* Canadian Geotechnical Journal, vol. 31 (2), pp. 261-272

Guida al rilevamento della Carta Geomorfologica alla scala 1:50.000", edita dal Servizio Geologico Nazionale (Quaderni, Serie III, vol. 4, 1994),

GUIDA D., IACCARINO G. (1991) – *Fasi evolutive delle frane di tipo colata nell'alta valle del F. Basento (Potenza),* Studi Trentini, Acta Geol., v.68, Trento

GUIDA D., IACCARINO G. (1995) – *Geologia e frane dell'alta valle del Fiume Basento.* Atti del convegno “Ambiente fisico, uso e tutela del territorio di Potenza”, 1988

HUNGR O. (1981) – *Dynamics of rock avalanches and other types of mass movements.* PhD Thesis. University of Alberta

MOSTARDINI F., MERLINI S. (1986) - *Appennino centro meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale,* 73° Cong. Soc. Geol. It., Roma 30.9/4.10.86, 1-59.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

MOSTARDINI F., MERLINI S.(1986) – *Appennino Centro Meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale.*
Mem. Soc. Geol. It., 35, 117-202

PATACCA E., SCANDONE P.(1989) – *Post-Tortonian Mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab.*

PATACCA E. et al. (1992a) *La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise.* Studi Geol. Camerti, Vol. Spec.1991/92, 417-441

PATACCA E. et al. (1993) – *Tyrrhenian basin and Apennines. Kinematic evolution and related dynamic Constrains.*

PESCATORE T.S., (1965) - *Ricerche geologiche sulla depressione molisano-sannitica.* Atti Acc. Sc. Fis. e Mat., Napoli, S. 3, vol. V, pp. 101-147.

PESCATORE T.S. et al. (2000) *L'unità del Fortore nel quadro della geologia del settore orientale dei M.ti del Sannio (Appennino meridionale).* Boll Soc. Ital Vol 119, pp.145-179

Quaderno, Serie III Vol.I, 1992 edita dal Servizio Geologico Nazionale.

SELLI R., (1957) - *Sulla trasgressione del Miocene nell'Italia meridionale.* Giorn. Geol., S. 2, vol. 24, pp. 1-54

SELLI R., (1962) - *Il Paleogene nel quadro della geologia dell'Italia centro-meridionale.* Mem. Soc. Geol. It., vol. 3, pp. 737-789.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE Carta geologica d'Italia 1:50.000, guida al rilevamento. Quaderno Serie III Vol 1

VARNES D.J. (1978) – *Slope movements. Types and processes.* In: SCHUSTER R.L. & KRIZKER R.J. “*landslides: analysis and control*” Nat. Acad of Sciences, Trasp. Res. Board, Washington, Special Report 76, pp.11-35



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

VEZZANI L., GHISSETTI F. (1995) - *Domini in compressione ed in distensione a retro dei fronti del Gran Sasso- M.te Pica e del M.te Morrone; ruolo della zona di taglio Avezzano –Bussi. Studi Geol. Camerti Vol spec. 1995/2 475-490*



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
RISCHIO DI FRANA**

L. n.183 del 18 maggio 1989

L. n.253 del 7 agosto 1990

L. n.493 del 4 dicembre 1993

L. n.226 del 13 luglio 1999

L. n. 365 del 11 dicembre 2000

**All. 2.1 – EMERGENZA IDROGEOLOGICA DEL 15-16/12/1999 NEI
COMUNIDI CERVINARA E SAN MARTINO VALLE
CAUDINA (AV)
ELENCO ELABORATI**



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

EMERGENZA IDROGEOLOGICA DEL 15-16/12/1999
nei comuni di
CERVINARA E SAN MARTINO VALLE CAUDINA

(provincia di AVELLINO)

ELENCO ELABORATI

1-GEOLOGIA:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
1.1.1	Cervinara	Carta degli spessori delle coperture	1:5.000
1.1.2	Cervinara	Carta degli spessori delle coperture	1:5.000
1.1.3	Cervinara	Carta degli spessori delle coperture	1:5.000
1.1.4	Cervinara	Carta degli spessori delle coperture	1:5.000
1.1	San Martino Valle Caudina	Carta degli spessori delle coperture	1:10.000
1.2.1	Cervinara	Carta geolitologica con indicazione dei principali lineamenti strutturali	1:5.000
1.2.2	Cervinara	Carta geolitologica con indicazione dei principali lineamenti strutturali	1:5.000
1.2.3	Cervinara	Carta geolitologica con indicazione dei principali lineamenti strutturali	1:5.000
1.2.4	Cervinara	Carta geolitologica con indicazione dei principali lineamenti strutturali	1:5.000
1.2	San Martino Valle Caudina	Carta geolitologica con indicazione dei principali lineamenti strutturali	1:10.000

2 GEOMORFOLOGIA:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
2.1	<i>Cervinara</i>	Carta delle frane	1:10.000
2.1	San Martino Valle Caudina	Carta delle frane	1:10.000
2.2	<i>Cervinara</i>	Carta geomorfologica	1:10.000
2.2	San Martino Valle Caudina	Carta geomorfologica	1:10.000

3-ACQUE SOTTERRANEE E IDROGEOLOGIA:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
3.1	Cervinara	Carta idrogeologica	1:10.000
3.1	San Martino Valle Caudina	Carta idrogeologica	1:10.000
3.2	Cervinara	Carta delle sorgenti e dei pozzi	1:10.000
	Cervinara	Scheda sorgenti	
3.2	San Martino Valle Caudina	Carta delle sorgenti e dei pozzi	1:10.000
	San Martino Valle Caudina	Scheda sorgenti	

All.2.1



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

4-IDRAULICA:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
4.1.1	Cervinara	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:3.000
4.1.2	Cervinara	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:3.000
4.1.3	Cervinara	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:3.000
4.1.4	Cervinara	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:3.000
4.1.5	Cervinara	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:3.000
4.1.1	San Martino Valle Caudina	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:5.000
4.1.2	San Martino Valle Caudina	Carta del reticolo idrografico e dei sottobacini con indicazione delle principali opere idrauliche	1:5.000
4.2.1	Cervinara	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:3.000
4.2.2	Cervinara	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:3.000
4.2.3	Cervinara	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:3.000
4.2.4	Cervinara	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:3.000
4.2.5	Cervinara	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:3.000
4.2.1	San Martino Valle Caudina	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:5.000
4.2.2	San Martino Valle Caudina	Carta delle aree inondate con indicazione dei danni alle principali opere idrauliche	1:5.000
4.3.1	Cervinara	Carta delle pendenze dei tratti dei corsi d'acqua principali	1:5.000
4.3.1	San Martino Valle Caudina	Carta delle pendenze dei tratti dei corsi d'acqua principali	1:5.000
4	Cervinara, San Martino Valle Caudina	Ubicazione stazioni pluviometriche e pluviografiche (con relativi dati)	1:50.000

5-AGRARIA:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
5.1.1	Cervinara	- Carta dell'uso del suolo	1:5.000
5.1.2	Cervinara	- Carta dell'uso del suolo	1:5.000
5.1.3	Cervinara	- Carta dell'uso del suolo	1:5.000
5.1.4	Cervinara	- Carta dell'uso del suolo	1:5.000
5.1.1	San Martino Valle Caudina	- Carta dell'uso del suolo	1:5.000
5.1.2	San Martino Valle Caudina	- Carta dell'uso del suolo	1:5.000



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

6-URBANISTICA:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
6.1.1	Cervinara	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.2	Cervinara	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.3	Cervinara	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.4	Cervinara	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.5	Cervinara	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.1	San Martino Valle Caudina	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.2	San Martino Valle Caudina	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.3	San Martino Valle Caudina	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.1.4	San Martino Valle Caudina	Carta degli insediamenti urbani, delle infrastrutture, rilevati dallo studio dei P.R.G., e dei vincoli	1:5.000
6.2.1	Cervinara	Carta delle stratificazioni storiche	1:5.000
6.2.2	Cervinara	Carta delle stratificazioni storiche	1:5.000
6.2.1	San Martino Valle Caudina	Carta delle stratificazioni storiche	1:5.000

7-ELEMENTI SUI DISSESTI E SUI DANNI RELATIVI ALL'EVENTO DI DICEMBRE 1999:

TAVOLE	AREA DI STUDIO	ELABORATI	SCALA
7.1.1	Cervinara	Dati geometrici dei fenomeni franosi registrati	1:5.000
7.1.2	Cervinara	Dati geometrici dei fenomeni franosi registrati	1:5.000
7.1.3	Cervinara	Dati geometrici dei fenomeni franosi registrati	1:5.000
7.1.1	San Martino Valle Caudina	Dati geometrici dei fenomeni franosi registrati	1:5.000
7.1.2	San Martino Valle Caudina	Dati geometrici dei fenomeni franosi registrati	1:5.000
7.2.1	Cervinara	Carta delle aree invase da materiale solido	1:1.000
7.3.1	Cervinara	Carta del danno rilevato sul patrimonio architettonico	1:1.000
7.3.1	San Martino Valle Caudina	Carta del danno	1:1.000



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
RISCHIO DI FRANA**

L. n.183 del 18 maggio 1989

L. n.253 del 7 agosto 1990

L. n.493 del 4 dicembre 1993

L. n.226 del 13 luglio 1999

L. n. 365 del 11 dicembre 2000

**Al. 2.2 – ATTIVITA' DI CONCERTAZIONE
ENTI TERRITORIALI**



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
RISCHIO DI FRANA**

L. n.183 del 18 maggio 1989

L. n.253 del 7 agosto 1990

L. n.493 del 4 dicembre 1993

L. n.226 del 13 luglio 1999

L. n. 365 del 11 dicembre 2000

**Al. 2.3 – NOTA SISNTETICA
LA MACROZONAZIONE DEL TERRITORIO
IN AREE OMOGENEE**



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

NOTA SINTETICA

LA MACROZONAZIONE DEL TERRITORIO IN AREE OMOGENEE

Il fenomeno franoso, nella sua complessità, è stato inquadrato fin dall'impostazione del disciplinare tecnico per il Piano Stralcio Frane – 1998, nel processo di evoluzione dei versanti, al fine di individuare le corrette azioni:

- Per la difesa delle aree in frana;
- Per la gestione del territorio;
- Per l'uso del suolo;
- Per le politiche di programmazione del sistema territoriale.

Pertanto uno degli obiettivi che l'Autorità di Bacino si è posta fin dall'inizio di questa azione è stata la macrozonazione del territorio.

Questa si potrà effettuare individuando, all'interno di aree omogenee, delle subzone nelle quali mettere a punto modelli di evoluzione dei versanti, su base essenzialmente geologica-geomorfologica, da tarare e validare con indagini e studi di dettaglio da condurre in aree campione.

Per la rilevante estensione del territorio per il quadro della franosità e del rischio che sono scaturiti dal Piano e per le ingenti risorse economiche necessarie per le indagini e gli studi di dettaglio, si ritiene che una ragionevole ipotesi di lavoro può essere quella di mettere a punto i modelli geologici preliminarmente laddove sussistono le condizioni per lo svolgimento delle indagini e degli studi di dettaglio, non trascurando ovviamente le aree per le quali si è già in possesso di dati significativi quali, per esempio, quelli acquisiti dalla Autorità di Bacino nei territori dei comuni colpiti dall'emergenza idrogeologica del dicembre 1999.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

**PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
RISCHIO DI FRANA**

L. n.183 del 18 maggio 1989

L. n.253 del 7 agosto 1990
L. n.493 del 4 dicembre 1993

L. n.226 del 13 luglio 1999
L. n. 365 del 11 dicembre 2000

**All. 4.1 – RELAZIONE SUI FENOMENI FRANOSI
RIATTIVATI DAI TERREMOTI**



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

1. PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare in prima approssimazione, mediante fonti bibliografiche, il maggior rischio da frana per quei comuni, facenti parte del bacino di codesto Ente, aventi grado di sismicità $S = 12$, ovvero si è ritenuto opportuno, nell'ambito della redazione della Carta del Danno e di conseguenza della Carta del Rischio per il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (L.183/89), considerare con maggior cautela quei comuni nei quali le frane possano essere attivate o riattivate da eventi sismici.

In tal merito possiamo dire che, nell'area appenninica interessante l'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno, i terremoti sono fenomeni tanto frequenti da poter essere considerati parte dei processi di evoluzione dell'ambiente e tali da causare seri danni alle strutture produttive e sociali.

Dal IV secolo ad oggi si sono verificati numerosi terremoti distruttivi, con epicentri distribuiti lungo l'asse appenninico molisano-campano-lucano in un intervallo esteso per circa 200 km. La ripetizione degli eventi sismici nello stesso tratto di catena fornisce elementi di interesse con la valutazione degli effetti al suolo, specie per la franosità indotta, che in genere è costituita dalla riattivazione di fenomeni preesistenti, ovvero dal distacco di crolli da pareti instabili con elevata acclività.

Nell'attuale letteratura scientifica i terremoti e le frane hanno una stretta dipendenza, anche se non diretta, che amplifica la pericolosità dei due fenomeni ed il rischio relativo, pertanto è opportuno un approfondimento delle notizie storiche che possono definire la relazione terremoti-danni e l'incidenza sulla mortalità comprendendo anche i fenomeni franosi.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

2. CRONISTORIA DELLE FRANE RIATTIVATE DA SISMA NEL XVII E XIX SECOLO

Qui di seguito vengono riportate in modo sintetico le frane riattivate dai terremoti del 5 giugno 1688, dell'8 settembre 1694, del 26 luglio 1805 e del 16 dicembre 1857 nell'Appennino Meridionale.

(La Prevenzione delle Catastrofi Ideologiche: Il contributo della ricerca scientifica, Convegno internazionale ALBA 1996, E. Esposito, A.Gargiulo, G. Iaccarino, S. Porfido).

Legenda: (Cr) crollo; (SR) scorrimento rotazionale; (SR-Col) Scorrimento rotazionale-colata; (Col) Colata rapida; (#) frana probabile; (A)frana con posizione topografica incerta; (B) frattura/frana probabile.

Frane del terremoto del 5 Giugno 1688						
. Comune	Prov.	Int. Sito (MCS)	Dist. Ep. (km)	Tipo di mov.	(A)	(B)
Cerreto Sannita	BN	XI	0	SR(#)		
Cerreto Sannita	BN	XI	0	Cr		
Montoro Super.	AV	VIII-IX	50	Cr		
Popmarico	MT					X
S. Giorgio la Mol..	BN	VIII-IX	30	SR-Col		
S. Lorenzello	BN	X	0	Cr		
S. Lupo	BN	X	10	Cr		
S. Marco dei Cavo	BN	VIII-IX	26	SR(#)		
Vico Equense	NA		70			X
Frane del terremoto del 8 Settembre 1694						
Bisaccia	AV	IX-X	13		(#)	
Calitri	AV	X-XI	0	SR		
Capua	CE	VII	106	Cr(#)		
Colliano	SA	IX	23	Cr		
Napoli	NA	VII	96	Cr(#)		
Sorrento	NA	VII	94	Cr		
Stigliano	MT	VII	80			X
Teora	AV	IX-X	16			X



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Frane del terremoto del 26 Luglio 1805						
Acquaviva d'Isern.	IS	VII	37	Col(#)		
Bagnoli del Trigno	IS	VII	21	Cr(#)		
Bagnoli del Trigno	IS	VII	21		(#)	
Boiano	CB	IX	11	Cr		
Boiano	CB	IX	11			X
Calitri	AV		100	SR-Col(#)		
Cerreto Sannita	BN	VIII	27	Col(#)		
Cusano Mutri	BN		24	Cr		
Dragoni	CE	VI-VII	36	SR(#)		
Formicola	CE	VII	44	Cr(#)		
Lago Matese	CE		18	Cr		
Melizzano	BN		41	Cr(#)		
Melizzano	BN		41		(#)	
Pesche	IS	VIII	27	Cr		
Ripalimosani	CB	IX	13	SR(#)		
Ripalimosani	CB	IX	13	SR(#)		
Ruviano	CE	VII-VIII	37	Cr		
S. Bartolomeo in Gallo	BN	VII	41	SR(#)		
S. Giorgio la Mol.	BN	VII	40	Col		
S. Lorenzello	BN	VII	37			X
Solopaca	BN	VIII	38	Cr(#)		
Solopaca	BN	VIII	38			X
Solopaca	BN	VIII	38	SR(#)		
Stelle del Gallo						X
Trivento	CB	VII	29			X
Vesuvio	NA		80	Cr(#)		
Frane del terremoto del 16 Dicembre 1857						
Aabriola	PZ	VIII	28	SR(#)		
Arena Bianca- Montesano S. Marcellana	SA	VIII	25	Cr(#)		
Auletta	SA	IX	56	SR(#)		
Auletta-Polla	SA		50	Cr		
Auletta-Polla	SA		50	Cr		
Atena Lucana	SA	X	41	Cr		
Bella	PZ	VII	64	SR(#)		
Bella	PZ	VII	64	SR-Col		
Calvello	PZ	X	23			X
Grumento Nova	PZ	XI	0			X
Latronico	PZ	VIII	23			X



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Laurino	SA	VII	56	Cr(#)		
Massico Nuovo	PZ	X	25	SR(#)		
Marsico Vetere	PZ	IX	17	Cr(#)		
Montemurro	PZ	XI	0	SR(#)		
Monticchio	PZ	VI	80	Cr		
Muro Lucano	PZ	VII	66	Cr		
Muro Lucano	PZ	VII	66	SR-Col		
Padula	SA	IX	29	SR(#)		
Padula	SA	IX	29	SR		
Padula	SA	IX	29	Cr		
Padula	SA	IX	29	Cr		
Paterno-Marsico Nuovo	PZ		20	Cr		
Petina	SA		58	Cr		
Picerno	PZ	IX	51	SR(#)		
Pietrapertosa	MT	VII	26	Cr(#)		
Pignola	PZ	IX	36	Col		
Polla	SA	X	49	Cr(#)		
Polla	SA	X	49			X
Polla	SA	X	49	SR(#)		
Polla	SA	X	49	Cr(#)		
Teggiano	SA	VII	40	Cr		
Tito	PZ	X	41	Cr(#)		
Tito-satriano di Lucania	PZ		40	SR(#)		
Tramutola	PZ	X	17		(#)	
Vesalo				Cr(#)		
Vietri di Potenza	PZ	VIII	53	SR(#)		
Viggiano	PZ	X	9	SR		
Viggiano	PZ	X	9	SR		
Viggiano	PZ	X	9	Cr		

Su 83 fenomeni franosi, il 46% sono crolli, il 24% scorrimenti rotazionali, l'11% scorrimenti rotazionali-colata e colata rapida, il restante 19% sono frane di incerta localizzazione e/o incerta classificazione.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

2.1 21 AGOSTO 1962

Terremoto in Irpinia di magnitudo 6.2 ed intensità del VIII – IX grado con epicentro localizzato nell'area di S.Arcangelo Trimonte – Molinara ossia tra le province di Avellino e Benevento. Il risentimento del VII e VI grado si estende nel Salernitano, Napoletano e Casertano, nonché nel Molise e nelle Puglie. Diffuso danneggiamento in Campania. Lo scarso numero di vittime 16 persone (e circa 200 feriti), è dovuto all'allertamento provocato da un paio di scosse premonitrici del VI grado, che inducono la popolazione ad abbandonare le case. Movimenti franosi vengono segnalati sui versanti in cima ai quali insistono i centri abitati, come S. Arcangelo Trimonte, Apice, Pietrelcina e Castelpoto (BN), Carife e Frigento (AV) per effetto dei quali non vi furono vittime da frane. (*Memorie descrittive della Carta Geologica D'Italia*, Catenacci).

2.2 23 NOVEMBRE 1980

Terremoto campano-lucano con magnitudo 6.5. Il sisma si manifesta mediante due scosse, a distanza di un paio di secondi, che scuotono per 1 minuto e venti secondi vaste aree della Campania, della Basilicata e marginalmente della Puglia. I due epicentri sono localizzati l'uno a Laviano e l'altro a S. Angelo dei Lombardi e Lioni dove l'intensità è pari al X grado della scala MSK. L'area interessata dal grado IX è di circa 750 kmq e ricade in Irpinia e nell'alto bacino del Sele; il danneggiamento più sostanziale colpisce 350 territori cui vengono aggiunti 336 interessati perlopiù da danni lievi; complessivamente la distruzione o il lesionamento nei 688 comuni è pari al 49,3% dell'intero patrimonio edilizio esistente (Catenacci).

Le sollecitazioni sismiche innescano numerose frane, le quali in base ad un censimento aggiornato risultano, nell'area colpita con intensità superiore al V grado MSK, pari a 199. Le notizie utili derivano da circa 100 note scientifiche prodotte tra il



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

1981 ed il 1995, che offrono un riferimento ampio ed attendibile sugli effetti distribuiti su un'area di oltre 20.000 kmq.

Dall'analisi effettuata sulla distribuzione di tali fenomeni franosi si evincono alcuni aspetti importanti, tra cui la collocazione delle frane da crollo (avvenuti tutti in corrispondenza del *main shock*) e scorrimento rotazionale, addensate nelle aree delle isoiete del X, IX, VIII e VII MSK, con il 55% del totale, mentre tutti gli scorrimenti rotazionali avvenuti nelle isoiete X, IX, e VIII si verificano con tempi di ritardo compresi tra 0 e 24 ore rispetto al momento della scossa principale. Il ritardo di riattivazione è un dato non trascurabile perché segnala l'influenza della falda che è stata modificata dal sisma, specie nelle frane quiescenti come Calitri, Buoniventre, Andretta.

E' interessante notare che la tipologia di frana segnalata rimane praticamente uguale, con crolli e scorrimenti rotazionali nelle aree di maggior scuotimento, a conferma che gli effetti sono costanti, anche investendo aree confinanti e con caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche non uguali.

Un'ulteriore considerazione porta alla conclusione che la sollecitazione sismica fa riemergere le condizioni di instabilità latenti, come nel caso dei pendii a forte acclività che danno luogo a crolli, ovvero le condizioni di instabilità di fatto, che già hanno subito una mobilitazione recente, come è il caso delle frane quiescenti.

Tuttavia occorre dire che la riattivazione delle frane non ha comportato un'ulteriore perdita di vite umane (2586 morti dovuti all'evento sismico) (*La Prevenzione delle Catastrofi Ideologiche: Il contributo della ricerca scientifica*, Convegno internazionale ALBA 1996, E. Esposito, A.Gargiulo, G. Iaccarino, S. Porfido).

2.2.1 EFFETTI DEL SISMA DEL 1980 SULLE FRANE RIATTIVATE

Come già detto i terremoti sono noti come una causa innescante di frane. In terreni argillosi o detritici, dove la liquefazione deve essere totalmente esclusa, il



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

meccanismo di rottura causante le frane è ancora lontano dall'essere compreso. Inoltre la letteratura è povera di pubblicazioni riguardanti frane in terreni argillosi indotti da terremoti; per l'Italia, sono disponibili alcuni dati storici sui movimenti dei pendii in terreni argillosi (Cotecchia et al., 1969).

Il 23 Novembre 1980, il terremoto in Irpinia innescò numerose frane e fenomeni di deformazione in pendii naturali formati da argille o terreni strutturalmente complessi dove l'argilla è la componente predominante. Data la generale mancanza di conoscenza di questo fenomeno, per comprendere gli effetti indotti dal sisma vengono qui riportati i casi studiati come pilota presenti in letteratura:

ANDRETTA (AV)

I movimenti indotti dal terremoto del 1980 si manifestarono 12 ore dopo la scossa e si svilupparono nei successivi 20 giorni. La frana non modificò il profilo generale del pendio: alcune scarpate preesistenti si estesero e altre si formarono raggiungendo l'altezza massima di 15 m; la corona della frana indietreggiò di circa 50 m; i massimi spostamenti orizzontali al piede furono di 20-30 m. La frana iniziò al piede e gradualmente si propagò a monte.

L'area di frana può dividersi in 4 zone, dove i movimenti si succedettero in tempi differenti:

- dopo 12 ore dalla prima scossa nella zona I si formarono scarpate e fratture larghe circa 1 m;
- nella zona II e III, le fratture furono di qualche centimetro;
- nella zona IV, leggere fratture sulla superficie del terreno.

Il movimento continuò per 3 settimane, terminando quando il fiume al piede della frana fu ostruito.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Il livello dell'acqua prima del terremoto era quasi al livello superficiale. Dopo il terremoto nella parte media e superiore del pendio il livello dell'acqua era sceso di qualche metro.

La frana consiste di scorrimenti rotazionali multipli, del tipo retrogressivo, lungo superfici di scorrimento preesistenti. Tenendo conto della profondità media del pendio e del livello dell'acqua e dai parametri di forza di taglio residua delle argille misurate in laboratorio ($c'_R = 10\text{kPa}$, $\phi_R = 13^\circ - 15^\circ$), le condizioni di stabilità del pendio prima del sisma sembrano essere molto vicine alle condizioni di equilibrio limite. Un'analisi di stabilità mostra che il coefficiente di sicurezza della parte più bassa del pendio in condizioni statiche è poco superiore a 1 (1.1 - 1.2). Così per mettere in movimento quest'area bastano piccole azioni dinamiche o leggeri incrementi di pressioni neutre ($\Delta u = 10 \div 15\%$). Nella zona IV, lungo l'orlo del pendio, forze d'inerzia o incrementi di pressioni neutre, anche se molto intense, non sono sufficienti per provocare il fenomeno di rottura. (*Some effects on natural slope stability induced by the 1980 italian earthquake*, Convegno Internazionale di S. Francisco 1985, B. D'Elia, F. Esu, A. Pellegrino, T. S. Pescatore).

TORELLA DEI LOMBARDI (AV)

I movimenti del pendio si evolsero molto lentamente nei giorni seguenti il terremoto, attraverso una successione di frane, crolli e flussi. Durante le 24 ore immediatamente successive alla scossa principale leggere fratture furono notate sulla superficie di una strada prossima alla parte superiore della frana.

Larghi dislocamenti si verificarono nelle seguenti 48-72 ore causando l'apertura di fratture sulla superficie del terreno e cedimenti di alcune parti del pendio. Il piede della frana ostruì un piccolo fiume 10 giorni dopo il terremoto (*Some effects on natural*



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

slope stability induced by the 1980 italian earthquake, Convegno Internazionale di S. Francisco 1985, B. D'Elia, F. Esu, A. Pellegrino, T.S. Pescatore).

BUONINVENTRE (AV)

Le frane riattivate dal terremoto del 1980 furono in numero ristretto frane dirette, ossia innescate al momento del sisma, mentre in numero maggiore frane indirette, ossia riattivate a posteriori il terremoto.

Le frane dirette furono caratterizzate principalmente da crolli in pendii calcareo-dolomitici. Le frane indirette furono, invece, soprattutto larghi scorrimenti rotazionali e colate di fango (in argille varicolori o no).

La frana di Buoninventre è una colata di fango composta da una successione pilitica di depositi marini profondi conosciuti come argille varicolori. Esse sono argille limose e limi argillosi con alta plasticità e una frazione argillosa con una media attività, caratterizzate da piccoli angoli d'attrito.

La frana di Buoninventre come quella di Senerchia fu riattivata dopo un periodo di quiescenza di più di 30 anni ed entrambe sono caratterizzate da scorrimento rotazionale relativo alla parte superiore del corpo di frana e da colata di fango nella parte inferiore. Lo scorrimento rotazionale si è verificato più o meno simultaneamente alla scossa principale.

E' necessario considerare le fasi di riattivazione, ossia l'area di canale e l'area di alimentazione. Nella prima ci fu uno scorrimento rotazionale più o meno simultaneo alla scossa principale. La massa scivolosa era in una condizione di equilibrio limite dovuto all'alto valore della pressione neutra. Questa condizione si era verificata assumendo il livello della falda coincidente con la superficie del pendio e $\varphi'_R = 12^\circ$ e $c' = 0$ (*Reactivation of mudslides after a long quiescent period: "The case of Buoninventre in Southern Apennines*, M. Del Prete, G. Trisorio Liuzzi).



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

2.3 7 E 11 MAGGIO 1984

Scosse sismiche interessano una vasta area appenninica all'intorno del gruppo montuoso Meta-Mainarde. Diffuso danneggiamento in varie zone della provincia di Caserta. Movimenti franosi si registrano ad Ailano e, in provincia di Benevento a Cerreto Sannita (località Costa Monsignore) e Campolattaro (località Olivella) (*Memorie descrittive della Carta Geologica D'Italia, Catenacci*).

FRANE RIATTIVATE NON DATATE

– COMUNE DI CARIFE

Due principali fenomeni franosi, già attivi nei giorni successivi ai terremoti del 21.8.1962 e 23.11.1980 (località: 1. impluvio Vitello; 2. centro abitato con crolli di cavità sotterranee), con pericolo per pubblica incolumità.

– COMUNE DI FRIGENTO

Tre principali fenomeni franosi per scorrimento rotazionale, già attivi nei giorni successivi ai terremoti del 21.8.1962 e 23.11.1980 (località: 1. contrada Mattina; 2. Salacone; 3. contrada Scheda di Celio), che coinvolgono abitazioni e infrastrutture varie.

(*Memorie descrittive della Carta Geologica D'Italia, Catenacci*).



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

**3. CRONISTORIE MOLISANE RELATIVE A FRANE RIATTIVATE DA SISMA 7 E 11
MAGGIO 1984**

Scosse sismiche interessano una vasta area appenninica all'intorno del gruppo montuoso Meta-Mainarde. Diffuso danneggiamento soprattutto nella zona epicentrale. Tra i dissesti franosi indotti dalle scosse sismiche si registrano i seguenti:

– MIRANDA, franamenti per crollo in corrispondenza dell'accesso meridionale dell'abitato.

– CERRO AL VOLTURNO, aggravamento di lesioni nelle strutture portanti di alcuni edifici già interessati da movimenti franosi preesistenti nelle frazioni Valloni e S.Vittorino.

– RIONERO SANNITICO, aggravamenti di lesioni in alcuni fabbricati interessati da movimenti franosi per colamento nelle frazioni Casaboni e Montaldo.

– PESCHE, franamenti per crollo per ampliamento del fronte di distacco delle pareti rocciose di M. S. Marco incombenti sull'abitato.

(Memorie descrittive della Carta Geologica D'Italia, Catenacci).

4. CONCLUSIONI

Ricordiamo innanzitutto che in merito a frane riattivate da eventi sismici la letteratura attuale è piuttosto scarsa. Tuttavia, sulla base del seguente lavoro possiamo fare alcune considerazioni, ossia che la percentuale delle frane riattivate in ciascun comune è poco significativa ed inoltre possiamo ritenere, con buona approssimazione, che la tipologia di frana riattivata rimanga della stessa classificazione antecedente al sisma anche dopo il verificarsi dell'evento (vedi **Tab. 2.3**).



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

A rigore non possiamo dire lo stesso per quanto concerne la velocità delle frane riattivate, tuttavia è ragionevole credere che non modificando la tipologia anche la velocità rimanga approssimativamente la medesima, al massimo potrebbe verificarsi il caso in cui una colata inizialmente lenta possa trasformarsi in una colata rapida.

È bene anche precisare che dei pochi casi studiati in letteratura l'unica frana riattivata in cui si sia verificata retrogressione è la frana di Buoninventre.

In conclusione possiamo dire che, anche se in letteratura non si riscontra una notevole incidenza di mortalità provocata direttamente da frane riattivate (tranne che in alcuni casi come Montemurro), resta comunque la forte dipendenza tra evento sismico e movimento franoso, soprattutto nei casi in cui le frane anche se in quiescenza da molti anni possono essere rapidamente riattivate da un terremoto, in quanto le condizioni sono molto prossime a quelle di equilibrio limite con coefficiente di sicurezza poco superiore a 1 ($F = 1.1 - 1.2$). Infatti in questi casi sono sufficienti piccole azioni dinamiche o piccoli incrementi di pressioni neutre per provocare la condizione di rottura del pendio instabile.

Per tali motivi, quindi, si è ritenuto opportuno ipotizzare un aggravio della pericolosità (da $P=0.8$ a $P=1$) per quei comuni facenti parte dell'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno, aventi un grado di sismicità pari a $S = 12$ per la redazione delle carte del Danno e del Rischio del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (L.183/89).

In conclusione, qui di seguito (**Tab. 2.2**) vengono riportati alcuni dati importanti sulla velocità di riattivazione (in termini di tempo) a seguito dell'evento sismico del 1980 di alcune delle principali frane (*Some effects on natural slope stability induced by the 1980 italian earthquake*, Convegno Internazionale di S. Francisco 1985, B. D'Elia, F. Esu, A. Pellegrino, T.S. Pescatore).

**Tab. 2.1 - COMUNI DELL'AUTORITÀ' DI BACINO LIRI-GARIGLIANO E VOLTURNO IN CUI SONO STATE RIATTIVATE FRANE
A SEGUITO DEL TERREMOTO DELL'IRPINIA DEL 1980**

N	Comune	PROV	LOCALITA'	INT.SITO (MSK)	DIST.EP	(h) ore	TIPO DI FRANA	LUNG. (m)	LARG. (m)
1	AILANO	CE	CERQUETE- FOSSO CIPRINO	V	117,6	96	SR		
2	AR.IRPINO-V.NOVA DEL BATTISTA	AV	La Maddalena	VII	43	720			
3	BISACCIA	AV	Abitato	VII	24,5	0	CR		
4	CARIFE	AV	Abitato	VII	28,7	0	CR		
5	CARIFE	AV	Impluvio Vitullo	VII	28,7	96			
6	CASTELFRANCI	AV	Chianello	VII	30		SR-COL		
7	CHIUSANO S.DOM.	AV	Crinale M.te Tuoro	VII	40	0	CR		
8	FRIGENTO	AV	Cont.da Mattina	VI	33	96	SR		
9	FRIGENTO	AV	Cont.da Sheda di Celio	VI	33	96	SR		
10	FRIGENTO	AV	Salacone	VI	33	96	SR		
11	GESUALDO	AV	Cupa	VI	35				
12	GUARDIA SANFR.	BN	Sud abitato	VI	82,5	96			
13	LUOGOSANO	AV	Ad W dell'abitato	VII	38				
14	MONTECALVO IRP.	AV	Palazzisi	VII	52				
15	NUSCO	AV	M.te Ramatico-Montagnone	VII	21	0	CR	400	
16	NUSCO	AV	M.te Ramatici	VII	21	0	COL		
17	PAGO VEIANO	BN	dx F.me Tammaro(1)	VII	64,5	0	SR	400	250
18	PAGO VEIANO	BN	dx F.me Tammaro(2)	VII	64,5	0	SR	600	300
19	PAGO VEIANO	BN	dx F.me Tammaro(3)	VII	64	0	SR-COL	1200	600
20	PAGO VEIANO	BN	dx F.me Tammaro(4)	VII	16,7	poche	SR	330	120
21	PAUPISI	BN	E abitato-V. NE Pisciarelli	VI	74	96			
22	ROCCA S.FELICE	AV	NE abitato	VIII	24		SR-COL	700	110
23	ROCCA S.FELICE	AV	Toriello-Ponte	VIII	24		SR	120	100
24	ROCCA S.FELICE	AV	Bivio strada per M.te Forcuso	VIII	24	Poche	SR-COL	900	230
25	S.GIORGIO LA MOL	BN	Castello-M.te Manco	VII	63	>8-12	SR-COL	4000	750
26	S.GIORGIO LA MOL	BN	Masseria Marciano	VII	63		SR-COL	3000	200

27	S.GIORGIO LA MOL	BN	2 Km a E abitato	VII	65	0-24	SR-COL	300	250
28	S.ANGELO DEI LOM	AV	Colle Storti	X	21,5	Poche	SR	250	
29	TORELLA DEI LOM	AV	Forno e Grotte	VIII	27	0	CR		
30	TORELLA DEI LOM	AV	Forno e Grotte	VIII	23	48-72	SR-COL	1100	350
31	TORELLA DEI LOM	AV	Guardiola	VIII	28	Poche			

TAB. 2.2.

Tipo Di Movimento	Località	Litologia	Superficie dell'area [km ²]	Intensità Sismica [MSK]	Tempi di ritardo delle riattivazioni rispetto al <i>main shock</i>		
					0	Qualche ora	Qualche giorno
Crolli	Valva	Calcari	--	IX	X		
	M. Raia	Calcari	--	IX	X		
	Colliano	Calcari	--	IX	X		
	Balvano	Calcari e dolomiti	--	VII	X		
Scorrimenti	S.Giorgio la Molarà I	Arenarie e argille	3,0	VI			X
	Fiume Sauro	Argille e argille	1,9	VI			X
	Andretta	varicolori	0,8	VIII		X	
	Torella dei Lombardi	Argille e conglomerati	0,5	VIII			X
	Calitri	Arenarie, argille marnose e calcareniti	0,3	VIII		X	
	S.Giorgio la MolaràII	Argille e argille	0,3	VI		X	
	S.Angelo dei Lombardi	varicolori	0,3	X		X	
	Caposele	Calcareniti e argille	0,08	IX			
S.Fele	Argille e conglomerati	?	VII		X		
Colate	Senerchia	Detriti e argille varicolori	1,0	VIII - IX		X	
	Buoninvente	Marne e agille	0,9	IX		X	
	Calitri	Argille e argille varicolori	0,2	VIII			X

Tab. 2.3 - NUMERO DI FRANE RIATTIVATE NEI COMUNI DELL'AUTORITÀ DI BACINO RAPPORTATE ALLA MEDESIMA TIPOLOGIA ATTUALMENTE ESISTENTI

Comune	PROV.	Numero complessivo di frane riattivate dal sisma del 1980					Numero complessivo delle frane inventariate nel comune	Numero complessivo delle frane della stessa tipologia di quelle riattivate dal sisma			
		SR	CR	COL	SR-COL	non precisato		SR	CR	COL	SR-COL
AILANO	CE	1					24	12			
ARIANO IRPINO	AV					1	422				
BISACCIA	AV		1				5		0		
CARIFE	AV		1			1	54		0		
CASTELFRANCI	AV				1		83				1
CHIUSANO SAN DOMENICO	AV		1				69		16		
FRIGENTO	AV	3					79	11			
GESUALDO	AV					1	58				
GUARDIA SANFRAMONTI	BN					1	40				
LUOGOSANO	AV					1	15				
MONTECALVO IRPINO	AV					1	280				
NUSCO	AV		1	1			55		0	3	
PAUPISI	BN					1	18				
PAGO VEIANO	BN	3			1		91	25			7
ROCCA SAN FELICE	BN	1			2		72	2			2

S. ANGELO DEI LOMBARDI	AV	1					49	0			
S. GIORGIO LA MOLARA	BN				3		253				19
TORELLA DEI LOMBARDI	AV		1		1	1	59		0		5
VILLANOVA DEL BATTISTA	AV					1	123				



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

80100 Napoli – Via del Grande Archivio 8/9
Tel. 081 4202497 – Fax 081 4202493

***PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
RISCHIO DI FRANA***

L. n.183 del 18 maggio 1989

L. n.253 del 7 agosto 1990

L. n.493 del 4 dicembre 1993

L. n.226 del 13 luglio 1999

L. n. 365 del 11 dicembre 2000

***All. 4.2 - AREE INONDABILI DA FENOMENI DI
SOVRALLUVIONAMENTO SULLA BASE DI MODELLI
IDRAULICI SEMPLIFICATI O DI STUDI PRELIMINARI***



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

INDICE

1. Premessa	3
2. Individuazione dei bacini che presentano condizioni di rischio a valle	5
2.1 Individuazione e perimetrazione dei bacini	5
2.2 Caratteristiche morfometriche e geomorfologiche dei bacini	5
2.3 Risultati	6
3. Studio idraulico dei comuni dell'Ordinanza 3036 del 09/02/2000	8
3.1 Generalità	8
4. Allegato 1: Tabelle di sintesi	



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Premessa

La perimetrazione delle aree a rischio idraulico per i comuni montani o pedemontani non si riferisce esclusivamente a possibilità di esondazione di corsi d'acqua ma a fenomeni tipo colate detritiche, colate fango, debris-flow. Con questi termini si indicano fenomeni di alluvionamento di zone di conoide o di strutture morfologiche similari, con attivazione di erosione, trasporto di massa di materiale solido e formazioni di depositi.

Il processo prende origine all'apice della struttura morfologica e si caratterizza con correnti torrentizie ad elevata velocità che seguono percorsi non sempre definibili a priori. Il fenomeno, di evidente complessità, è caratterizzato da una serie di parametri che consentono di definire la probabilità di alluvionamento e, di conseguenza, il rischio per l'incolumità delle persone.

I parametri più importanti sono:

- 1) le caratteristiche morfologiche del bacino di alimentazione: superficie e acclività del bacino, lunghezza dell'asta principale e degli affluenti, densità di drenaggio, copertura vegetale;
- 2) topografia della conoide: area, forma, pendenza, copertura vegetale, grado di urbanizzazione;
- 3) caratteristiche del materiale asportabile dalla corrente;
- 4) cause materiali di innesco: pioggia, portata liquida, autoalimentazione, presenza di frane di sbarramento;
- 5) presenza di manufatti o di interventi antropici di difesa o restringimenti d'alveo (ponti, tombini, ponticelli,..).

La maggior parte dei parametri indicati può essere definita, ma con margine di incertezza più o meno ampio.

La problematica principale di questi fenomeni è nel definire la modellazione fisico-matematica che regola l'innesco e l'evoluzione del fenomeno, le caratteristiche del



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

fluidi, che non è possibile ritenere newtoniano, e le caratteristiche del moto che si instaurano.

A tal proposito, ad oggi, la comunità scientifica internazionale non ha prodotto una modellazione fisico-matematica unanimemente accettata e fondata su parametri certi ed univoci.

Sulla base delle considerazioni esposte, l'attività sviluppata per giungere alla definizione del rischio per i comuni pedemontani e montani interessati da fenomeni tipo colate rapide di fango e detriti, si basa su una serie di semplificazioni del fenomeno utili a definire un modello ingegneristico tale da permettere il raggiungimento di un risultato significativo nel rispetto di una serie di limiti, prevalentemente scientifici e temporali.

In considerazione dell'elevato numero di comuni ricadenti nel territorio dell'AdB dei fiumi Liri Garigliano e Volturno e che rappresentano problematiche tipo quelle su esposte, il modello semplificato è stato applicato soltanto ai comuni dichiarati in stato di emergenza ai sensi dell'art. 5 della legge 225/92 con Ordinanza 3036 del 09/02/2000.

Per gli altri comuni si è pervenuto a risolvere una indagine "qualitativa" sui bacini che possono determinare a valle condizioni di rischio.

Nei capitoli che seguono viene esposta la procedura adottata per l'individuazione alla scala 1:25.000 e per l'applicazione del modello semplificato ai comuni dell'Ordinanza.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Individuazione dei bacini che presentano condizioni di rischio a valle

In tale fase di studio sono stati individuati, per i comuni indicati nella tabella 1 nell'

, quei bacini per i quali sono state riconosciute caratteristiche di pericolosità più o meno elevata per la presenza di elementi geologici predisponenti lungo i versanti, e i cui alvei insistono su aree antropizzate o per le quali sono previste zone di espansione urbanistica dei Piani Regolatori Generali dei Comuni stessi o qualunque altro elemento ritenuto a rischio nella “Carta degli Insediamenti”.

Individuazione e perimetrazione dei bacini

Utilizzando la cartografia alla scala 1:25.000 in cui ricade il territorio di competenza dell’Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno sono stati individuati, come detto precedentemente, i corsi d’acqua che insistono su centri abitati di una certa importanza e, dal momento che tali alvei costituiscono una potenziale situazione di rischio per le popolazioni insediate immediatamente a valle, solo per questi è stato ricostruito il relativo bacino idrografico.

La perimetrazione di ciascun bacino, effettuata considerando come sezione di chiusura quella in cui il corso d’acqua intercetta la zona antropizzata, è stata riportata su cartografia alla scala 1:25.000.

Caratteristiche morfometriche e geomorfologiche dei bacini



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Come indicato nella tabella 2 nell'allegato 1, per ogni bacino sono state determinate la superficie e la lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua.

L'analisi morfologica, invece, è stata incentrata sulla verifica della presenza di depositi immediatamente a valle della sezione di chiusura di ogni bacino.

Un'ulteriore caratterizzazione dei bacini ha riguardato la geologia del territorio studiato: l'indagine è stata eseguita analizzando la copertura di versante e differenziandola, preliminarmente, in copertura solo di origine piroclastica o anche di origine piroclastica. Per ciascuna delle due classi appena descritte si è proceduto, in un secondo tempo, a verificare se la presenza del particolare tipo di copertura di versante fosse diffusa o moderata.

Infine è parso utile segnalare quando all'interno di ciascun bacino o nelle immediate vicinanze vi fossero informazioni relative ed aree soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico quali, ad esempio, esondazioni o erosioni al piede di versante. Tale informazione è stata riportata nella colonna '*segnalazioni dissesti*' della tabella riassuntiva 2.

Risultati

Nella tabella riassuntiva 2 è possibile leggere, oltre al nome e ai codici dei bacini, ciascuna delle caratteristiche illustrate nel paragrafo precedente.

Ogni bacino rimane così identificato mediante la seguente serie di elementi: nome, codice e area bacino, lunghezza dell'asta principale, presenza di conoide a valle, presenza di copertura di versante e segnalazioni dissesti.

Considerando la combinazione di tutti questi elementi è stato possibile realizzare una classificazione di tutti i bacini tracciati nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Le classi individuate sono:

- *classe 0*: presenza di antropico a valle senza elementi predisponenti e segnalazioni di dissesti nel bacino a monte;
- *classe 1*: presenza di antropico a valle con elementi predisponenti moderati nel bacino a monte;
- *classe 2*: presenza di antropico a valle con segnalazioni di dissesti nel bacino a monte;
- *classe 3*: presenza di antropico a valle con elementi predisponenti moderati e segnalazioni di dissesti nel bacino a monte;
- *classe 4*: presenza di antropico a valle con elementi predisponenti diffusi nel bacino a monte;
- *classe 5*: presenza di antropico a valle con elementi predisponenti diffusi e segnalazioni di dissesti nel bacino a monte.



Autorità di Bacino

dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Studio idraulico dei comuni dell'Ordinanza 3036 del 09/02/2000

Generalità

Nel presente capitolo si descrive lo studio idraulico speditivo che ha consentito l'individuazione e la perimetrazione delle aree ad elevata pericolosità idrogeologica alla scala 1:25.000 per i comuni ricadenti nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno per i quali è stato dichiarato lo stato di emergenza ai sensi dell'art. 5 della legge 24 febbraio 1992, n. 225 con Ordinanza 3036 del 09/02/2000.

L'elenco di tali comuni è riportato nella tabella che segue:

Comune	Provincia
<i>Cervinara</i>	<i>Avellino</i>
<i>Cusano Mutri</i>	<i>Benevento</i>
<i>Manocalzati</i>	<i>Avellino</i>
<i>Pannarano</i>	<i>Benevento</i>
<i>Pietrastornina</i>	<i>Avellino</i>
<i>Roccabascerana</i>	<i>Avellino</i>
<i>S.Martino Valle Caudina</i>	<i>Avellino</i>
<i>Giffoni Valle Piana</i>	<i>Salerno</i>

Tabella n. 3: elenco comuni oggetto dello studio idraulico

Lo studio idraulico speditivo è stato sviluppato escludendo il comune di Giffoni Valle Piana, per il quale non sono state individuate condizioni di rischio per la piccola parte ricadente nel territorio di competenza dell'AdB dei fiumi Liri



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Garigliano e Volturno. Non è stato inoltre possibile effettuare lo studio idraulico per quei bacini per i quali non si disponeva di cartografia alla scala 1:5000.

Sono quindi stati esclusi i comuni di Manocalzati, Roccabascerana, Cusano Mutri.

Per i comuni di Pietrastornina, Pannarano, S. Martino Valle Caudina lo studio è stato condotto per quelle aste per le quali si disponeva di totale copertura cartografica.

Lo studio è stato articolato secondo le seguenti fasi:

- 1) valutazione speditiva della portata di massima piena;
- 2) definizione della morfologia delle aree di interesse;
- 3) applicazione di un modello di calcolo monodimensionale in moto permanente;
- 4) mappatura delle aree di probabile invasione da parte di acqua e fango.

Per quanto attiene il punto 1, non essendo possibile una stima della pioggia critica e del volume solido mobilizzabile, è stata valutata, in maniera speditiva e riferendosi a coefficienti udometrici forniti da letteratura per bacini di dimensione di quelli in esame, la massima portata di piena con periodo di ritorno centennale. Tale valore di portata è in grado di determinare una portata totale mista acqua-fango pari a $1.5 \div 15$ volte il suo valore (Takahashi).

Essendo quindi molto ampio l'intervallo di variabilità della portata massima e considerando che non è detto che sia l'evento pluviometrico che causa la portata centennale a determinare fenomeni di tipo colata, è stata effettuata una analisi di sensibilità utilizzando nei tratti a valle le portate pari a $2.5 \cdot Q_{100}$, $5 \cdot Q_{100}$, $10 \cdot Q_{100}$.

Per quanto attiene il punto 2, la morfologia dell'area di interesse è stata definita rilevando, lungo ogni asta, dalla cartografia in scala 1:5.000 le sezioni idrauliche necessarie, non avendo disponibili sezioni rilevate in situ.

Esse sono state tracciate, in particolare, anche in corrispondenza dei punti critici e cioè tratti tombati, brusche deviazioni e restringimenti, punti facilmente occludibili dal materiale solido trasportato dalla corrente in occasione di eventi di piena eccezionali,



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

ipotizzando che i canali nei tratti urbani perdano totalmente la loro capacità di trasporto della corrente.

Le sezioni, tracciate inizialmente perpendicolarmente al corso d'acqua segnato sulla cartografia, sono risultate, però, inadeguate a rappresentare il naturale movimento del fluido; pertanto, con processi iterativi, è stata individuata la posizione più appropriata delle sezioni mantenendole comunque ortogonali alla direzione del fluido.

Per quanto attiene al punto 3, l'applicazione di modelli di calcolo più complessi sarebbe stata inutile alla luce dei dati disponibili sia riguardo l'effettivo valore della portata e del volume di piena, sia riguardo la topografia dall'area di interesse.

Il modello idraulico adottato considera come fluido la sola acqua; essendo però la portata defluente nei corsi d'acqua studiati una miscela di acqua e fango, è sembrato opportuno utilizzare un coefficiente di scabrezza di Strickler maggiorato che tenesse in conto anche dell'aumento di viscosità del fluido. In particolare è stato adottato un coefficiente pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ nei tratti d'asta a monte dell'antropico e $10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in quelli urbani.

Per quanto attiene al punto 4, le elaborazioni matematiche del modello adottato hanno fornito, per ogni asta principale considerata, i valori idraulici caratteristici del moto.

Considerando i valori del tirante idrico e della larghezza in superficie nelle varie sezioni analizzate, si è delimitata l'area ad elevata pericolosità.

Rispetto ad una possibile invasione di acqua e fango, tracciando per ogni sezione un ideale piano orizzontale di quota pari al livello idrico calcolato che, intersecandosi con il terreno, fissa i punti limite dell'area suddetta.

Seguendo questo criterio si è pervenuti alla **mappatura delle aree ad elevata pericolosità**, riportata su cartografia in scala 1:25000.



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

La mappatura, realizzata per i tre valori di portata di cui si è detto in precedenza, ha permesso di notare che l'area definita non subisce apprezzabili modifiche al variare della portata.

Il modello semplificato è stato tarato rispetto all'evento del dicembre 1999 nel comune di Cervinara.

Il confronto tra l'evento effettivamente realizzato e il modello adottato non ha portato a grandi differenze, avendo indicato il modello come linea principale di flusso quella che si è verificata realmente.

Le altezze idriche ottenute dall'applicazione del modello sono molto simili alle altezze rilevate in situ nell'area di impatto mentre sovrastimano l'evento a valle.

Oltre ai limiti dovuti alle semplificazioni su fatte, l'applicazione del modello, presenta un ulteriore limite e cioè quello di non riuscire a definire possibili vie di flusso alternative dovute all'urbanizzato, di cui non è possibile tenere conto nella schematizzazione utilizzata, e il cui effetto sul flusso viene pertanto trascurato.

Ove possibile però, e nei limiti della cartografia utilizzata, si è provveduto ad una attenta lettura della carta che ha condotto alla definizione di eventuali vie di flusso alternative e, quindi, di "aree critiche" che non scaturiscono dall'applicazione del modello ma che non si può comunque escludere che possano essere invase da acqua e fango.

In particolari, tali aree sono state individuate per i comuni di Pietrastornina, Pannarano e S. Martino Valle Caudina.

(Seguono tabelle di sintesi)



*Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno*

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Studi e perimetrazione aree a rischio - Scenari di rischio scala 1:5.000

ELABORATI
<ul style="list-style-type: none">- Carta degli spessori delle coperture (1:5.000)- Carta geolitologica con lineamenti strutturali (1:5.000)- Studio aereofotogrammetrico- Carta geomorfologia (1:5.000)- Carta inventario fenomeni franosi (1:5.000)- Schedario frane- Carta dei complessi idrogeologici (1:5.000)- Carta delle pendenze (1:5.000)- Carta delle sorgenti e dei pozzi (1:5.000)- Carta idrogeologica (1:5.000)
<ul style="list-style-type: none">- Carta del reticolo idrografico, dei sottobacini e delle principali opere idrauliche (1:5.000)- Carta delle pendenze dei tratti (1:5.000)- Carta delle aree inondate (1:5.000)- Carta con l'ubicazione delle stazioni pluviometriche e pluviografiche (1:25.000)- Stime ideogramma di piena
<ul style="list-style-type: none">- Carta del danno rilevato (1:5.000)
<ul style="list-style-type: none">- Carta dell'urbanizzato (1:5.000)- Carta preliminare sull'evoluzione dell'urbanizzato nel tempo (1:5.000)- Dati preliminari su analisi storica e vincoli
<ul style="list-style-type: none">- Carta preliminare dell'uso del suolo (1:5.000)
<ul style="list-style-type: none">- Informatizzazione degli elaborati prodotti
<ul style="list-style-type: none">- Carta degli scenari di rischio (1:5000)



Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno

81100 Caserta – V.le Lincoln – Ex zona Saint Gobain
Tel. 0823/300001 – Fax 0823/300235

Studi specifici scala 1:1000 e 1: 2000
indagini, monitoraggio, modelli matematici

ELABORATI

- *Cartografia di base in scala 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000 per lo studio dei versanti, degli accumuli nei canali e nella evoluzione delle colate*
- *Definizione delle linee guida e progettazione del monitoraggio per il controllo strumentale delle situazioni critiche*
- *Progettazione delle indagini specifiche propedeutiche alla perimetrazione preliminare delle aree a rischio (fotogrammetria terrestre, geognostica, sismica, rilievi topografici, analisi di laboratorio ecc.*
- *Realizzazione delle indagini in sito e di laboratorio*
- *Individuazione delle piogge, con diversi periodi di ritorno ($T = 20, 50, 100$ anni), da utilizzare per lo studio dei meccanismi di saturazione delle coltri*
- *Messa a punto di modelli geologici – geomorfologici di evoluzione dei versanti*
- *Modelli geotecnica di innesco dei fenomeni di primo distacco*
- *Modelli di evoluzione delle colate*